

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO**

***FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA***

***ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL***



DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE LA  
LOCALIDAD DE CHONTAPAMPA Y ANEXO YANAYACU DISTRITO DE  
MILPUC PROVINCIA DE RODRÍGUEZ DE MENDOZA REGIÓN  
AMAZONAS

**TESIS**

**PRESENTADA PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERO CIVIL**

POR:

BACH. JOSÉ ELISEO ALAVA HERRERA

ASESOR ING. VÍCTOR HUGO SÁNCHEZ MERCADO

TARAPOTO – PERÚ

2016

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE LA LOCALIDAD  
DE CHONTAPAMPA Y ANEXO YANAYACU DISTRITO DE MILPUC PROVINCIA DE  
RODRÍGUEZ DE MENDOZA REGIÓN AMAZONAS

**TESIS**

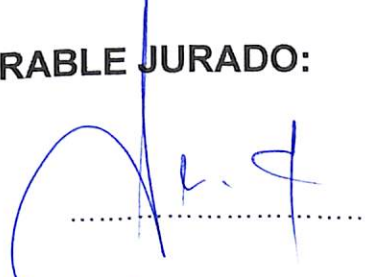



**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERO CIVIL**

Por:

BACH. JOSÉ ELISEO ALAVA HERRERA

**SUSTENTADA Y APROBADA ANTE EL HONORABLE JURADO:**

Presidente :	ING. JORGE ISAACS RIOJA DÍAZ
Secretario :	ING. CARLOS SEGUNDO HUAMÁN TORREJÓN
Miembro :	ING. CARLOS ENRIQUE CHUNG ROJAS
Asesor :	ING. VÍCTOR HUGO SÁNCHEZ MERCADO

  
.....  
  
.....  
  
.....  
  
.....



Formato de autorización **NO EXCLUSIVA** para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	Alava Herrera José Eliseo	
Código de alumno :	92-111	Teléfono: 966 8834 58
Correo electrónico:	jealava@hotmail.com.	DNI: 00837121

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	Ingeniería Civil y Arquitectura
Escuela Académico Profesional de:	Ingeniería Civil

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	( )
Trabajo de suficiencia profesional	( )		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título:	Diseño del Sistema de Agua Potable y Saneamiento de la localidad de Chontapampa y Anexo Yanayacu distrito de Milpuc Provincia de Rodríguez de Mendoza Región Amazonas
Año de publicación:	2017

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:


6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia **CREATIVE COMMONS**

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

Firma del Autor

#### 8. Para ser llenado por la Biblioteca central o especializada

Fecha de recepción del documento por el Sistema de Bibliotecas:

30 / 10 / 2017



Prof. Alicia Mercedes Grández Chávez  
JEFE DE LA UNIDAD DE BIBLIOTECA CENTRAL

Firma de Unid. de Biblioteca

\***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

\*\* **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

## **DEDICATORIA**

*No tengo palabras que puedan resumir el agradecimiento que tengo a mis padres Eliseo y María Lenith, a quienes dedico este trabajo, ya que fueron ellos quienes me apoyaron incondicionalmente e infaliblemente en cada etapa de mi vida.*

*A mis hermanos Javier Enrique y María Lenith, por el apoyo incondicional que siempre me brindaron.*



## **AGRADECIMIENTO**

*El presente trabajo de tesis primeramente agradecerte a ti mi Dios, por concederme el sueño anhelado, también a mi alma mater que es la **UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO** por darme la oportunidad de estudiar y convertirme en un profesional.*

*A los Docentes de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, porque todos han aportado a mi formación, por sus consejos, sus enseñanzas y más que todo por su experiencia y amistad.*

*Al Ing. Víctor Hugo Sánchez Mercado, Asesor de la presente Tesis, por su apoyo incondicional, tanto moral como académico, para lograr el presente objetivo.*

*Por ultimo Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida.*

## ÍNDICE

	Pág.
Dedicatoria.....	iii
Agradecimientos.....	iv
Índice.....	v
Índice de Figuras.....	x
Índice de Fotos.....	xi
Índice de cuadros.....	xi
Índice de Planos.....	xi
Resumen .....	xiv
Abstract.....	xv
<b>I.INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. GENERALIDADES.....</b>	<b>1</b>
1.1.1 Ubicación del Proyecto.....	3
1.1.2 Situación Actual.....	4
1.1.3 Vías de Acceso.....	5
1.1.4 Población Beneficiada.....	6
<b>1.2 LIMITACIONES.....</b>	<b>7</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>8</b>
<b>2.1 ANTECEDENTES, PLANTEAMIENTO, DELIMITACIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA A RESOLVER.....</b>	<b>8</b>
2.1.1 Antecedentes del Problema.....	8
2.1.2 Planteamiento del Problema.....	8
2.1.3 Delimitación del problema.....	8
2.1.4 Formulación del Problema a Resolver.....	8

<b>2.2 OBJETIVOS.....</b>	<b>8</b>
2.2.1 Objetivo General.....	8
2.2.2 Objetivo Específicos.....	8
<b>2.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>2.4 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>2.5 MARCO TEÓRICO Y MARCO CONCEPTUAL.....</b>	<b>9</b>
2.5.1 Sistema de Agua Potable.....	9
2.5.2 Captación.....	10
2.5.3 Conducción.....	11
2.5.4 Tratamiento.....	11
2.5.5 Regularización.....	11
2.5.6 Línea de Alimentación.....	12
2.5.7 Red de Distribución.....	12
<b>2.6 SISTEMA DE ALCANTARILLADO.....</b>	<b>12</b>
2.6.1 Red de Atarjeas.....	12
2.6.2 Sub Colectores.....	12
2.6.3 Colectores.....	12
2.6.4 Emisor.....	12
2.6.5 Tratamiento.....	13
2.6.6 Sitio de Vertido.....	13
2.6.7 Obras Conexas.....	13
<b>2.7 ESTUDIOS BÁSICOS PARA REALIZAR UN PROYECTO.....</b>	<b>13</b>
2.7.1 Generalidades.....	13
2.7.2 Causas que den origen a la Necesidad de los Proyectos.....	13



2.7.3 Antecedentes Generales.....	13
2.7.4 Estudio Socio-Económico.....	14
2.7.5 Información Básica.....	14
2.7.6 Población de Proyecto.....	14
2.7.7 Periodo de Diseño.....	14
2.7.8 Vida Útil.....	14
2.7.9 Proyectos De Agua Potable – Consumo.....	15
2.7.10 Clase Socioeconómica Descripción del Tipo de Vivienda.....	15
2.7.11 Consumo No-Doméstico.....	15
2.7.11.1 Consumo Industrial.....	15
2.7.11.2 Usos Públicos.....	15
2.7.12 Demanda Actual.....	15
2.7.13 Pérdidas Físicas.....	15
2.7.14 Predicción de La Demanda.....	16
2.7.15 Dotación.....	16
<b>2.8 FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....</b>	<b>16</b>
2.8.1 Determinación del Periodo de Diseño.....	16
2.8.2 Estudios de Población.....	17
2.8.3 Cálculo de la Población Futura.....	17
2.8.4 Dotación y Consumo.....	18
2.8.5 Dotación de Agua.....	18
2.8.6 Consumo Promedio Diario Anual.....	19
2.8.7 Consumo Máximo Diario (Qmd) y Consumo Máximo Horario (Qmh).....	19
2.8.8 Parámetros Específicos.....	19

2.8.9 Parámetros Específicos de Agua Potable.....	20
2.8.9.1 Redes de Distribución.....	20
2.8.9.2 Coeficientes de Fricción.....	20
2.8.9.3 Velocidad en el Conducto.....	22
2.8.9.4 Zonas de Presión.....	22
2.8.9.5 Válvulas de Aire.....	22
2.8.9.6 Válvulas de Purga.....	22
2.8.9.7 Criterios de Diseño.....	23
<b>2.9 PARÁMETROS ESPECÍFICOS DE ALCANTARILLADO.....</b>	<b>23</b>
2.9.1 Coeficiente de Retorno.....	23
2.9.2 Caudal de Infiltración.....	23
2.9.3 Cuantificación de Caudales Aporte Doméstico.....	24
2.9.4 Criterios de diseño.....	24
2.9.5 Criterio de la velocidad mínima.....	27
2.9.6 Criterio de la tensión tractiva.....	27
2.9.7 Pendiente mínima.....	28
2.9.8 Coeficiente de rugosidad.....	28
2.9.9 Diámetro mínimo.....	28
2.9.10 Tirante máximo.....	28
2.9.11 Profundidad de instalación.....	29
2.9.12 Ubicación de elementos de inspección.....	29
<b>2.10 MARCO HISTÓRICO.....</b>	<b>29</b>
2.11 HIPÓTESIS.....	31
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>32</b>

<b>3.1 MATERIALES.....</b>	<b>32</b>
3.1.1 Recursos Humanos.....	32
3.1.2 Bienes y Servicios.....	32
<b>3.2 MÉTODOS.....</b>	<b>32</b>
3.2.1 Tipos y Nivel de Investigación.....	32
3.2.2 Diseño de Instrumentos.....	32
3.2.3 Fuentes Técnicas e Instrumentos de Selección Datos.....	32
<b>3.3 ESTUDIOS BÁSICOS.....</b>	<b>33</b>
3.3.1 Estudios Topográficos.....	33
3.3.2 Resultados del Estudio Topográfico.....	33
<b>3.4 ESTUDIO GEOLÓGICO Y DE SUELOS.....</b>	<b>33</b>
3.4.1 Metodología.....	33
3.4.2 Resumen del Estudio de Mecánica de Suelos.....	34
<b>3.5 ESTUDIO DE IMPACTO DEL MEDIO AMBIENTE.....</b>	<b>34</b>
3.5.1 Enfoque.....	34
3.5.2 Objetivos y Alcances.....	34
3.5.3 Método de análisis.....	34
<b>3.6 UBICACIÓN DE CANTERAS.....</b>	<b>34</b>
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>35</b>
<b>4.1 CRITERIOS Y PARÁMETROS DE DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.....</b>	<b>35</b>
4.1.1 Periodo de Diseño.....	35
4.1.2 Población.....	35
4.1.3 Dotación.....	35
<b>4.2 SISTEMA DE ALCANTARILLADO.....</b>	<b>38</b>

4.2.1 Consumo de Agua.....	38
4.2.2 Gasto Promedio.....	38
4.2.3 Relación de Desagüe/Agua o Factor de Reingreso “c”.....	38
4.2.4 Caudal de Aguas Residuales.....	38
4.2.5 Caudal máximo Horario.....	39
4.2.6 Caudal de Infiltración.....	39
4.2.7 Caudal de Diseño o Caudal de Distribución en Marcha.....	40
<b>4.3 DIMENSIONAMIENTO DE LAS TUBERIAS.....</b>	<b>40</b>
4.3.1 Buzones.....	40
4.3.2 Velocidades Permisibles.....	41
4.3.3 Pendientes Mínimas.....	41
<b>4.4 SISTEMA DE TRATAMIENTO.....</b>	<b>42</b>
4.4.1 Tratamiento Preliminar.....	42
4.4.2 Rejas o Cribas de Barra.....	42
4.4.3 Tratamiento Primario.....	42
<b>V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....</b>	<b>43</b>
<b>VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>45</b>
6.1 CONCLUSIONES.....	45
6.2 RECOMENDACIONES.....	46
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>48</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>49</b>
Anexo 1: Planos.....	50
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	
<b>Fig. 1: Plano de Ubicación Política.....</b>	<b>3</b>



<b>Fig. 2:</b> Croquis.....	5
-----------------------------	---

<b>Fig. 3:</b> Esquema de tuberías con sección parcialmente llena.....	26
--	----

## ÍNDICE DE FOTOS

<b>Fot. 1:</b> Actividades de los Pobladores.....	6
---	---

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro N°1:</b> Población actual y futura.....	6
---	---

<b>Cuadro N°2:</b> Coeficiente de fricción “C” de acuerdo al material.....	20
--	----

<b>Cuadro N°3:</b> Valores de K para pérdidas locales.....	21
--	----

<b>Cuadro N°4:</b> Coeficiente de rugosidad según Manning.....	28
--	----

<b>Cuadro N°5:</b> Distancias máximas de elementos de inspección.....	29
---	----

## ÍNDICE DE PLANOS

### UBICACIÓN

Ubicación y Localización.....	UL-01
-------------------------------	-------

PLANO CLAVE.....	PC-01
------------------	-------

### PASE AEREO

Pases Aéreos.....	PA-01
-------------------	-------

Detalles Pases Aéreos.....	PA-02
----------------------------	-------

### SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Plano Topográfico Chontapampa.....	AL-01
------------------------------------	-------

Plano Total Alcantarillado Chontapampa.....	AL-02
---	-------

Diagrama de Flujo Chontapampa.....	AL-03
------------------------------------	-------

Perfiles Longitudinales Alcantarillado Chontapampa.....	AL-04
---	-------

Perfiles Longitudinales Alcantarillado Chontapampa.....	AL-05
---	-------

Plano de Lotizaciones Chontapampa.....	AL-06
--	-------

Plano Topográfico Yanayacu.....	AL-07
Plano Total Alcantarillado Yanayacu.....	AL-08
Diagrama de Flujo Yanayacu.....	AL-09
Perfiles Longitudinales Alcantarillado Yanayacu.....	AL-10
Plano de Lotizaciones Yanayacu.....	AL-11
Detalles Buzones.....	AL-12
Detalles Medias Cañas.....	AL-13
Detalles Conexiones Domiciliarias Alcantarillado.....	AL-14

## **SISTEMA DE AGUA POTABLE**

Plano en Planta Línea de Conducción.....	AG-01
Perfil Línea de Conducción.....	AG-02
Plano en Planta Línea de Aducción.....	AG-03
Perfil Línea de Aducción.....	AG-04
Red de Distribución Agua Chontapampa.....	AG-05
Croquis Sistema de Agua Potable.....	AG-06
Captación de Manantial Tipo C-2.....	AG-07
Sedimentador.....	AG-08
Filtro Lento.....	AG-09
Caja Rompe Presión Tipo 7.....	AG-10
Válvula de Purga.....	AG-11
Válvula de Aire.....	AG-12
Detalles Conexiones Domiciliarias Agua Potable.....	AG-13

## **PLANTA DE TRATAMIENTO**

Planta de Tratamiento N°01 Chontapampa.....	PT-01
---	-------

Planta de Tratamiento N°02 Chontapampa.....**PT-02**

Planta de Tratamiento N°3 Anexo Yanayacu.....**PT-03**

### **TANQUE SÉPTICO**

Tanque Séptico – Pozo percolador 1 Chontapampa..... **TS-01**

Tanque Séptico – Pozo percolador 2 Chontapampa.....**TS-02**

Tanque Séptico – Pozo percolador 3 Anexo Yanayacu..... **TS-03**

## RESUMEN

El presente trabajo surge de la necesidad de dar solución a los problemas existentes en la captación de agua potable y alcantarillado de las Localidades de Chontapampa y anexo Yanayacu, debido al crecimiento de la población y a la antigüedad del sistema de suministro y desagüe, que generaría un abastecimiento interrumpido en determinados instantes en la población, que incluso se ve condicionada su situación sanitaria en un futuro no muy lejano. Es así como se prevé mediante el análisis de dos alternativas, el mejoramiento y ampliación del sistema de suministro actual para el sistema de abastecimiento de agua potable, con el propósito de satisfacer la demanda de agua total, para las dos localidades.

En la presente Tesis se desarrollaran los Diseños para:

Mejoramiento del Sistema de Agua Potable.

Captación y tratamiento de agua potable.

Línea de conducción y aducción.

Cambio de líneas de distribución.

Conexiones domiciliarias.

Red de Alcantarillado Condominial.

Planta de Tratamiento de Aguas Servidas.

Se construirá una línea de aducción que sale del reservorio de 15.5 M3 hasta el punto de distribución en Chontapampa que se ubica frente al puesto de salud, tiene una longitud de 1,805 ml siendo de PVC de 2" de diámetro, esta tubería será reemplazada en una longitud de 1,215 ml con lo cual se asegura su funcionamiento proyectado en 20 años.

**Palabras clave:** Sistema de Agua Potable, Saneamiento.



## ABSTRACT

The following work arises from the need to solve the existing problems in the collection of drinking water and sewerage of the Localities of Chontapampa and annex Yanayacu, due to the population growth and the age of the supply and drainage system, which would generate a Supply interrupted at certain moments in the population, which is even conditioned its health situation in the not too distant future. Thus, by means of the analysis of two alternatives, the improvement and expansion of the current supply system for the potable water supply system is foreseen, with the purpose of satisfying the total water demand, for the two localities.

In this thesis will develop the designs for:

Drinkable Water System Improvement.

Collection and treatment of drinkable water.

Line of conduction and adduction.

Change of distribution lines.

Home connections.

Condominium Sewerage Network.

Sewage Treatment Plant.

An adduction line will be constructed that leaves the reservoir of 15.5 M3 to the point of distribution in Chontapampa that is located in front of the health post, has a length of 1,805 ml being of PVC of 2 "of diameter, this pipe will be replaced in a Length of 1,215 ml which ensures its projected operation in 20 years.

**Keywords:** Drinking Water System, Sanitation.

## DECLARACIÓN JURADA Y NO PLAGIO

Yo, **José Eliseo Alava Herrera** identificado con DNI N° **00837121** con domicilio en **Jr. Ramón Castilla 1140 – Soritor** a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideras en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, **Declaro Bajo Juramento** que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, **Declaro Bajo Juramento** que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis y/o informe de Ingeniería, son auténticos y veraces

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 16 de Octubre 2017

.....

Firma

.....

Huella Digital

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 GENERALIDADES**

Si se toma en cuenta el dicho de que “El agua es vida”, fácilmente se puede explicar por qué los asentamientos humanos se localizaban donde este elemento estaba disponible. Con el paso del tiempo y debido al crecimiento poblacional ha sido necesario realizar obras cada día de mayor tamaño con la finalidad de abastecer de este preciado líquido a las poblaciones que día a día lo solicitan en mayor cantidad y de mejor calidad, para sus necesidades. El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) determina que los cinco servicios básicos que un Estado debe garantizar a sus ciudadanos, al menos, para poder permitir el desarrollo humano son los siguientes: La salud, la educación, la identidad, el saneamiento básico y la electrificación.

El presente trabajo, se centrará en el servicio de saneamiento.<sup>1</sup> Actualmente en el Perú, existen más de 2.64 millones de habitantes en las zonas rurales que no cuentan con acceso a agua potable y 5.11 millones carecen de un adecuado sistema de saneamiento y de eliminación de aguas residuales. Cabe resaltar que solo el 12 % de habitantes que cuentan con estas instalaciones las tienen en buen estado.<sup>2</sup> Según el Instituto de Estadísticas e Informática (INEI) las condiciones explicadas en el párrafo anterior, inciden en el indicador de mortalidad infantil de las zonas rurales. Este índice tiene un promedio nacional de 47% de infantes nacidos vivos, de los cuales el 4.23% fallece por enfermedades gastrointestinales. Además de la mortalidad infantil, la carencia de servicios de agua y saneamiento también influye en la elevada presencia de enfermedades gastrointestinales en niños menores a cinco años, en la pérdida de horas - hombre laborales y la disminución de la productividad por enfermedades. Pero, el abastecer de agua a los conglomerados humanos, tiene como consecuencia el retiro de la mayor parte de ella, una vez que ha sido utilizada y por ende contaminada.

Para ello es necesario que el ingeniero civil, tome en consideración una serie de elementos, que le permitan mediante estudios y trabajos especializados satisfacer de manera efectiva y sustentable la necesidad que se tiene del servicio del agua, proporcionándolo en forma ininterrumpida, en cantidad y con la calidad apropiada. Punto importante a considerar es la lejanía de las fuentes de abastecimiento, motivado principalmente por la localización del agua en nuestro planeta, que generalmente ya se encuentra apartada de los centros urbanos. Según Agüero, El agua y saneamiento son factores importantes que contribuyen a la mejora de las condiciones de vida de las personas. Lamentablemente, no todos tenemos acceso a ella. Las más afectadas son

las poblaciones con menores ingresos. Según revelan cifras actuales, en el Perú existen 7.9 millones de pobladores rurales de los cuales 3 millones (38%) no tienen acceso a agua potable y 5.5 millones (70%) no cuentan con saneamiento. Consecuencias negativas sobre el ambiente y la salud de las personas y, en los niños y niñas el impacto es tres veces mayor. En el futuro esta situación se agravará.

Para el 2025 se prevé la escasez de agua en 48 países y uno de ellos es el Perú. Recibimos una debilidad histórica de los años 1990 al 2002 por los limitados recursos económicos y el lento aprendizaje de parte de los diferentes gobiernos. No se entendió la importancia del tema de agua y saneamiento y no se abordó de manera integral el componente educativo y el fortalecimiento organizacional de los modelos de gestión comunitaria. Ante esta debilidad histórica, fueron principalmente las ONGs y las entidades de cooperación al desarrollo, las que implementaron 4 proyectos que llenaban estos vacíos y en la práctica hicieron incidencia en las políticas de intervención.

En los últimos 5 años y con el financiamiento del Banco Mundial, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento a través del Programa Nacional de Agua Potable y Saneamiento Rural (PRONASAR), viene implementando masivamente proyectos de agua y saneamiento con Operadores Regionales. Dentro de sus actividades incorpora los componentes de Infraestructura, Educación Sanitaria, Gestión de las Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS) y fortalecimiento a la unidad técnica municipal (UTM).

El Gobierno Regional de Amazonas, dentro del Plan Regional de Inversión, ha considerado desarrollar proyectos de Saneamiento Básico, con fines de aliviar el problema de salud y de contaminación ambiental en las localidades cuyo problema es de atención prioritaria; en el presente caso a solicitud de la Municipalidad distrital de Milpuc, dispuso la elaboración del Perfil Técnico de Pre Inversión con fines a evaluar el problema actual de desabastecimiento, la mala calidad del agua potable y la inexistencia de un sistema de desagüe.

Por estas razones, teniendo en cuenta la necesidad de brindar un eficiente servicio a la población demandante y facilitar el acceso a estos servicios se va a elaborar como un trabajo de tesis: **“Diseño del Sistema de Agua Potable y Construcción del Sistema de Saneamiento de la Localidad de Chontapampa y Anexo Yanayacu”** con el Presupuesto de la Región Amazonas y en convenio con la Municipalidad de Milpuc, con la finalidad de brindar a la población una moderna y adecuada infraestructura de Saneamiento Básico, acorde con las disposiciones y recomendaciones emanadas del



En la región Amazonas la problemática es similar a otras Regiones acentuándose en las comunidades o Distritos alejados por lo que la Población es más vulnerable a las enfermedades infectocontagiosa, a pesar que en los últimos 10 años los gobiernos de turno tratan de ser este uno de sus programas más importantes aún quedan muchas localidades sin tener este vital elemento.

La Localidad de Chontapampa y el Anexo Yanayacu, pertenecen al Distrito de Milpuc, provincia de Rodríguez de Mendoza, departamento de Amazonas. Ubicados a un altura promedio de 1620 m.s.n.m.

Fuente: elaboración propia



3

Región : Amazonas  
Departamento : Amazonas  
Provincia : Rodríguez de Mendoza  
Distrito : Milpuc  
Localidad : Chontapampa - Yanayacu  
Altitud promedio : 1620 m.s.n.m.

### 1.1.2 Situación actual

El servicio de agua existente en Yanayacu y Chontapampa se inicia con la construcción de la captación, y reservorio de 10.5 m<sup>3</sup> de capacidad en Yanayacu financiados por la Parroquia de la iglesia Católica de la provincia, luego FONCODES, en el año 2005 construye el segundo reservorio de 15.5 M3 de capacidad y la línea de conducción a Chontapampa. En ambos proyectos se analizó el agua de manantial físico, químico y bacteriológicamente, siendo dicha fuente de excelente calidad.

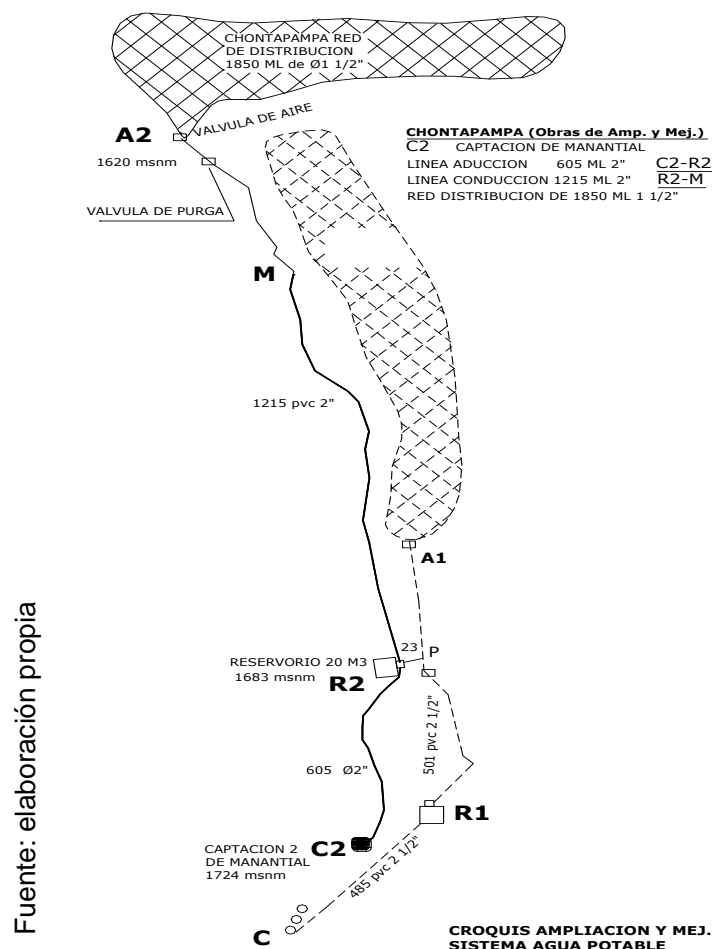
El Sistema de agua potable cuenta con la siguiente infraestructura:

**Captación de manantial** (1,782 msnm, 03 unidades) ubicada en la quebrada Calasbamba, esta captación se ubica en zona boscosa, es de hacer notar que cuenta con tres captaciones que se conectan para ser conducidas hasta el reservorio en un gasto aforado de 0.41 lt/seg. A una menor cota y en la misma quebrada existe mayores filtraciones de manantial de agua y que representan una solución inmediata a la falta de agua. La quebrada de Calasbamba tiene su origen inicial en estos manantiales.

**Línea de conducción:** 485 ML PVC 2", pasa por un pase aéreo de 30 ml de longitud, luego continua hasta el Reservorio de capacidad 10.5 M3 siendo su estado de conservación bueno cuenta con caja de válvulas y es de concreto Armado, este reservorio se construyó inicialmente sirviendo a las localidades de Chontapampa y Yanayacu. En el año 2005 se construye un segundo reservorio de 15.5 M3 de capacidad siendo alimentado con la tubería de conducción de 2" que llegaba desde el reservorio de 10.5 M3, este reservorio no funciona desde entonces a falta mayor agua captada, su estado de conservación es bueno y cuenta con su caja y 04 válvulas de 2". A la fecha sólo tiene servicio de agua la localidad de Yanayacu, funcionando las tres captaciones, la línea de conducción (485 ml 2"), el reservorio de 10.5 M3, la línea de aducción (964 ml 2"), la red de distribución en Yanayacu es con tubería PVC de 1 ½", de 1" y ¾" su estado de conservación es bueno. La localidad de Chontapampa no tiene servicio de agua del sistema descrito líneas arriba a pesar de contar con un reservorio en buen

estado de 15.5 M3 de capacidad y una línea de conducción y Aducción en regular estado de conservación. Línea de conducción en regular estado es de 1,805 ML de longitud de PVC 2", en todo su recorrido cuenta con 01 caja de válvula de purga en buen estado con tapa, las válvulas y accesorios han sido sustraídos, y una Válvula de aire en buen estado frente al local del puesto de salud, la red de distribución en Chontapampa es con tubería PVC de diámetros de 2", 1 ½" y de 1". Actualmente Chontapampa es alimentada por una quebrada ubicada en la parte alta, el agua es de mala calidad y no recibe tratamiento alguno. A continuación se anexa un croquis del sistema existente de la infraestructura de agua de las localidades de Yanayacu y Chontapampa.

**Fig. 2**



Croquis

### 1.1.3 Vías de acceso

A la localidad de Chontapampa se accede desde Chachapoyas por vía Afirmada hacia Rodríguez de Mendoza en un aproximado de 80 Km, y luego a Milpuc, por trocha carrozable en mal estado; haciendo un recorrido total de 106 km en aproximadamente 5 horas.

#### 1.1.4 Población beneficiada.

Se estima para la población la información obtenida del INEI, y de la Municipalidad Distrital de Milpuc, habiéndose establecido las poblaciones actuales tasas de crecimiento tal como se presentan en el Cuadro N°1:

**Cuadro N°1**

Fuente: INEI – Censo 2007

Localidad	Habitantes	Tasa de Crecimiento
	2009	
Chontapampa	220	2.0 %
Yanayacu	100	2.0 %

Población actual y futura

En el anexo de Yanayacu se tiene a 25 familias con 100 pobladores. En la localidad de Chontapampa se tiene a 55 familias con 220 pobladores. En su conjunto se tiene una población de 320 pobladores. Asimismo, es importante detallar que en cuanto a la densidad poblacional en las localidades de Chontapampa y el anexo de Yanayacu, se ha determinado un promedio de 4 hab/viv.

#### Características Socio Económicas

La principal actividad económica del Distrito de Milpuc está dada por una rudimentaria agricultura orientada principalmente al cultivo de café, caña de azúcar, yuca, plátanos y otros.

**Fot. 1**

Fuente: Elaboración Propia



Actividades de los pobladores

También tiene como actividad económica la ganadería pero en pequeña escala con la crianza de ganado vacuno, con limitaciones para mejorar sus condiciones por las desventajas de su ubicación geográficamente, la misma que se encuentra alejada de los principales mercados de la costa (Chiclayo, Lima), además del mal estado de las vías de comunicación (trocha), permitiendo que los costos de los fletes se incrementen, encareciendo los precios de sus productos.

La producción es generalmente comercializada en los mercados locales de Rodríguez de Mendoza o de Chachapoyas, con muchas limitaciones de demanda, restringiendo su actividad económica, bajos precios de sus productos, permitiendo que por este motivo un alto porcentaje de la producción este destinado al autoconsumo, crianza de aves y animales menores (cuy, cerdos, etc).

### **Características Físicas**

Los rasgos geomorfológicos están estrechamente controlados por las estructuras resultantes de los procesos tectónicos recientes y el tipo de litología.

Así como los eventos más recientes que son los que han dado la geomorfología actual.

### **Climatología**

La temperatura promedio máximo de todos los meses es de los 33° Celsius y promedio mínimo de los 23° Celsius; las precipitaciones superan los 1200 mm.

En el Valle de este Distrito se encuentran gran cantidad de plantas cultivables y útiles; como también una gran variedad de maderas que necesitan un alto porcentaje de calor y humedad.

## **1.2 LIMITACIONES**

Para el desarrollo no se ha tenido ninguna limitación toda vez que se podido conseguir todos los datos de campos suficientes para la elaboración del respectivo diseño.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 ANTECEDENTES, PLANTEAMIENTO, DELIMITACIÓN, FORMULACIÓN DEL PROBLEMA A RESOLVER**

#### **2.1.1 Antecedentes del Problema**

La Municipalidad Distrital de Milpuc y la población en general de la localidad de Chontapampa y anexo de Yanayacu, han visto la necesidad de ampliar y mejorar el sistema existente de agua potable y la construcción de un Sistema de Alcantarillado con su respectivo tratamiento de las aguas residuales de tal manera que puedan mejorar sus condiciones de vida y medio ambiente.

Es así que con el fin de mejorar la salubridad de los habitantes de las localidades antes mencionadas se está proyectando elaborar las metas siguientes:

**Mejoramiento del Sistema de Agua Potable:** Captación y tratamiento de agua potable  
Línea de conducción y aducción, Cambio de líneas de distribución, Conexiones domiciliarias, Red de Alcantarillado Condominial, Planta de tratamiento de Aguas Servidas.

#### **2.1.2 Planteamiento del Problema**

Dado el alto índice de enfermedades infectocontagiosas en las localidades de Chontapampa, y del Anexo Yanayacu y con el fin de mejorar la salubridad se plantea realizar el diseño del sistema de agua potable así como el sistema de desagüe.

#### **2.1.3 Delimitación del Problema**

El presente Proyecto se delimita al estudio de la Población de las Localidades de Chontapampa y del anexo de Yanayacu correspondiente al Distrito de Milpuc.

#### **2.1.4 Formulación del Problema a Resolver**

Sera factible resolver el problema de las enfermedades infectocontagiosas diseñando un sistema de agua y alcantarillado en las Localidades de Chontapampa y del anexo de Yanayacu.

### **2.2 OBJETIVOS**

#### **2.2.1 Objetivo General**

Elaborar el diseño del sistema de agua potable y alcantarillado.

#### **2.2.2 Objetivos Específicos**

Mejorar las condiciones de salud de la población, así como el saneamiento básico de las poblaciones beneficiadas.

Brindar agua potable apta para el consumo humano.

Fomentar mejores hábitos de higiene en la población beneficiaria del proyecto, y así dis-

minuir el contagio de Enfermedades Gastro Intestinales, Parasitarias y de la Piel.

Reducir los focos infecciosos causados por un inadecuado tratamiento de las aguas residuales.

### **2.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La necesidad de ejecutar el presente proyecto, es debido a que el sistema actual de agua potable es deficiente y con un servicio insuficiente; además de que no se cuenta con el sistema de alcantarillado. Por ello es necesario que se mejoren y/o amplíen los sistemas de agua potable y alcantarillado. Los factores que justifican el proyecto en resumen serían:

Mejorar la calidad de vida de los pobladores de Chontapampa y Yanayacu.

Reducir los gastos en atenciones de salud por parte de los pobladores.

Reducir la contaminación ambiental; entre otros.

### **2.4 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación está centrada en el Diseño del Sistema de agua potable y el Diseño del saneamiento teniendo como destino final de las aguas servidas.

### **2.5 MARCO TEÓRICO Y MARCO CONCEPTUAL**

La hidráulica urbana, tiene como uno de sus objetivos la parte sanitaria para la prevención de las enfermedades de tipo hídrico, tanto en la distribución del agua potable como en la recolección del agua residual. Esto da como resultado que los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario sean complementarios. Las partes que integran los sistemas hidráulicos urbanos son las siguientes: Sistema de Agua Potable, Captación, Línea de conducción, Tratamiento de potabilización, Regularización, Línea de alimentación, Red de distribución y obras conexas o complementarias; Sistema de Alcantarillado: Red de atarjeas, Subcolectores, Colectores, Emisor, Tratamiento de aguas residuales y Sitio de vertido; además de las obras conexas como pueden ser Plantas de bombeo, Pozos de visita y otras. A continuación se describen someramente las partes integrales de los sistemas de agua potable y alcantarillado, así como sus funciones

#### **2.5.1 Sistema de Agua Potable**

Un sistema de abastecimiento de agua potable, tiene como finalidad primordial, la de entregar a los habitantes de una localidad, agua en cantidad y calidad adecuada para satisfacer sus necesidades, ya que como se sabe los seres humanos estamos compuestos en un 70% de agua, por lo que este líquido es vital para la supervivencia. Uno de los puntos principales de este capítulo, es entender el término potable. El agua

potable es considerada aquella que cumple con la norma establecida por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la cual indica la cantidad de sales minerales disueltas que debe contener el agua para adquirir la calidad de potable.

Sin embargo una definición aceptada generalmente es aquella que dice que el agua potable es toda la que es “apta para consumo humano”, lo que quiere decir que es posible beberla sin que cause daños o enfermedades al ser ingerida.

La contaminación del agua ocasionada por aguas residuales municipales, es la principal causa de enfermedades de tipo hídrico por los virus, bacterias y otros agentes biológicos que contienen las heces fecales (excretas), sobre todo si son de seres enfermos.

Por tal motivo es indispensable conocer la calidad del agua que se piense utilizar para el abastecimiento a una población.

### **2.5.2 Captación**

Es la parte inicial del sistema hidráulico y consiste en las obras donde se capta el agua para poder abastecer a la población. Pueden ser una o varias, el requisito es que en conjunto se obtenga la cantidad de agua que la comunidad requiere.

Para definir cuál será la fuente de captación a emplear, es indispensable conocer el tipo de disponibilidad del agua en la tierra, basándose en el ciclo hidrológico, de esta forma se consideran los siguientes tipos de agua según su forma de encontrarse en el planeta: Aguas superficiales. Aguas subterráneas. Aguas meteóricas (atmosféricas). Agua de mar (salada).

Las agua meteóricas y el agua de mar, ocasionalmente se emplean para el abastecimiento de las poblaciones, cuando se usan es porque no existe otra posibilidad de surtir de agua a la localidad, las primeras se pueden utilizar a nivel casero o de poblaciones pequeñas y para la segunda, en la actualidad se desarrollan tecnologías que abaraten los costos del tratamiento requerido para convertirla en agua potable, además de que los costos de la infraestructura necesaria en los dos casos son altos.<sup>4</sup> Por lo tanto, actualmente solo quedan dos alternativas viables para abastecer de agua potable a una población con la cantidad y calidad adecuada y a bajo costo, las aguas superficiales y las subterráneas.

Las aguas superficiales son aquellas que están en los ríos, arroyos, lagos y lagunas, las principales ventajas de este tipo de aguas son que se pueden utilizar fácilmente, son visibles y si están contaminadas pueden ser saneadas con relativa facilidad y a un costo aceptable. Su principal desventaja es que se contaminan fácilmente debido a las descargas de aguas residuales, pueden presentar alta turbiedad y contaminarse con



productos químicos usados en la agricultura. Las aguas subterráneas son aquellas que se encuentran confinadas en el subsuelo y su extracción resulta algunas veces cara, éstas se obtienen por medio de pozos someros y profundos, galerías filtrantes y en los manantiales cuando afloran libremente.

Por estar confinadas están más protegidas de la contaminación que las aguas superficiales, pero cuando un acuífero se contamina, no hay método conocido para descontaminarlo. Las obras de captación son las obras civiles y electromecánicas que se emplean para extraer las aguas.

Estas obras varían de acuerdo a las características de la fuente de abastecimiento, su localización, la topografía del terreno y por la cantidad de agua a extraer. Un requisito importante para el diseño de una obra de captación, es la previsión que sea necesaria para evitar la contaminación de las aguas.

### **2.5.3 Conducción**

La denominada “línea de conducción” consiste en todas las estructuras civiles y electromecánicas cuya finalidad es la de llevar el agua desde la captación hasta un punto que puede ser un tanque de regularización, una planta de tratamiento de potabilización o el sitio de consumo.

Es necesario mencionar que debido al alejamiento, cada vez mayor entre la captación y la zona de consumo, las dificultades que se presentan en estas obras, cada día son mayores.

### **2.5.4 Tratamiento**

El tratamiento, se refiere a todos los procesos físicos, mecánicos y químicos que harán que el agua adquiera las características necesarias para que sea apta para su consumo. Los tres objetivos principales de una planta potabilizadora son lograr un agua que sea: segura para consumo humano, estéticamente aceptable y económica.

Para el diseño de una planta potabilizadora, es necesario conocer las características físico-químicas y biológicas del agua así como los procesos necesarios para modificarla.

### **2.5.5 Regularización**

Como punto importante de este apartado, es indispensable establecer con claridad la diferencia entre los términos “almacenamiento” y “regularización”.

La función principal del almacenamiento, es contar con un volumen de agua de reserva para casos de contingencia que tengan como resultado la falta de agua en la localidad y la regularización sirve para cambiar un régimen de abastecimiento constante a un régimen de consumo variable.

### **2.5.6 Línea De Alimentación**

Esta línea es el conjunto de tuberías que sirven para conducir el agua desde el tanque de regularización hasta la red de distribución, cada día son más usuales por la lejanía de los tanques y la necesidad de tener zonas de distribución con presiones adecuadas.

### **2.5.7 Red de Distribución**

Este sistema de tuberías es el encargado de entregar el agua a los usuarios en su domicilio, debiendo ser el servicio constante las 24 horas del día, en cantidad adecuada y con la calidad requerida para todos y cada uno de los tipos de zonas socio-económicas (comerciales, residenciales de todos los tipos, industriales, etc.) que tenga la localidad que se esté o pretenda abastecer de agua. El sistema incluye válvulas, tuberías, tomas domiciliarias, medidores y en caso de ser necesario equipos de bombeo.

## **2.6 SISTEMAS DE ALCANTARILLADO**

Los sistemas de alcantarillado, tienen como función el retiro de las aguas que ya han sido utilizadas en una población y por ende contaminado, estas aguas reciben el nombre genérico de “aguas residuales”; también sirven para retirar las aguas pluviales.

El alcantarillado consiste en un sistema de conductos enterrados llamados alcantarillas, que generalmente se instalan en el centro de las calles y sus componentes son los siguientes:

### **2.6.1 Red de Atarjeas**

Son los conductos de menor diámetro y reciben las aguas residuales domiciliarias por medio de tuberías que salen de la casa y cuyo nombre es el de “descarga domiciliaria” y que dentro del predio se conoce como “albañal”. El diámetro de la descarga domiciliaria y el albañal generalmente es de 15 cm. y el de la atarjea como mínimo debe ser de 20 cm.

### **2.6.2 Subcolectores**

Estas tuberías son las que recolectan las aguas que llevan las atarjeas. Su diámetro debe ser igual o mayor a 20 cm. aunque al inicio puede ser de esta medida (actualmente este componente del sistema ya no se considera)

### **2.6.3 Colectores**

Los colectores son las tuberías que captan el agua que traen las atarjeas y los subcolectores por lo que su diámetro debe ser generalmente mayor al de ellas.

### **2.6.4 Emisor**

A este conducto, ya no se le conecta ninguna descarga de aguas residuales y su función es retirar de la localidad todo el volumen de agua captada por la red de alcantarillado y

conducirla al sitio donde se tratará o verterá.

### **2.6.5 Tratamiento**

Uno de los objetivos principales de los sistemas de alcantarillado, es evitar la contaminación provocada por las aguas residuales a los cuerpos de agua superficial y subterráneos, por lo que no se permiten descargas de aguas residuales a las corrientes superficiales ni a los terrenos sin tratar. Para disminuir la contaminación, el agua residual debe pasar por un proceso de tratamiento, este proceso consiste en separar de las aguas residuales los sólidos, líquidos, productos químicos, bacterias y virus para poder emplearlas, posteriormente a su tratamiento.

### **2.6.6 Sitio de Vertido**

Una vez que las aguas residuales han sido tratadas, se deben desalojar o reusar, en el primer caso, es necesario localizar un lugar específico que puede ser un cuerpo de agua y a este lugar se la llama “sitio de vertido”.

### **2.6.7 Obras Conexas**

Este tipo de obras son estructuras auxiliares que tendrán funciones específicas dentro del sistema de alcantarillado, éstas son, pozos de visita (alcantarillado sanitario), tragatormentas (alcantarillado pluvial) y generadas por la topografía del sitio, estaciones de bombeo de ser necesarias.

## **2.7 ESTUDIOS BÁSICOS PARA REALIZAR UN PROYECTO**

### **2.7.1 Generalidades**

El paso inicial para efectuar un proyecto, es la realización de un estudio de factibilidad técnico, económico y financiero, cuyo objetivo primordial es justificar la elaboración del proyecto, garantizando que su ejecución se efectúe mediante un análisis de todos los factores técnicos, sociales, económicos, financieros, políticos y culturales que intervienen. Para obtener esto, se explicarán los estudios básicos que para los proyectos de los sistemas de agua potable y alcantarillado son requisito indispensable realizar, iniciando con las causas que generan la necesidad del proyecto.

### **2.7.2 Causas que den origen a la Necesidad de los Proyectos**

Se deberá investigar con los habitantes de la localidad, cuáles son las causas que intervienen para generar el o los proyectos de servicio, ya sea una presión local o política, un desarrollo integral de la zona o un nuevo polo de desarrollo.

### **2.7.3 Antecedentes Generales**

Será necesario consumir una investigación, recopilación y análisis de toda la información disponible en relación con el estudio y/o el proyecto en las dependencias

oficiales y la iniciativa privada, con la finalidad de no duplicar el trabajo y el costo.

#### **2.7.4 Estudio Socio-Económico**

Para la integración de este estudio, se deberán considerar los siguientes aspectos: características generales de la localidad, siendo éstas, las políticas, geográficas, climatológicas, vías de comunicación, económicas y otras que se consideren necesarias.

#### **2.7.5 Información Básica**

La información que se requiere es la que a continuación se menciona: determinar las zonas socioeconómicas (uso del suelo), información estadística de la localidad, censos del municipio y de la localidad, población con servicios de agua y alcantarillado en porcentaje (%) o en área, número de personas por conexión, escolaridad, población económicamente activa, tipo de familia y clases de vivienda, servicios generales, de comunicación, de salud, oficinas gubernamentales y análisis de los sectores de la economía.

#### **2.7.6 Población de Proyecto**

La población de proyecto, también denominada “población futura”, es la cantidad de habitantes que se pretende tengan servicio al terminar el periodo económico de diseño del proyecto del sistema de agua y alcantarillado que se va a realizar.

Las proyecciones de la demanda por estos servicios, son un punto clave y crucial en la elaboración del estudio de factibilidad, por lo que merecen una gran atención.

Existen varios métodos por medio de los cuales se puede calcular la población de proyecto, siendo algunos de ellos, Método Gráfico, Aritmético, Geométrico, de Incrementos Diferenciales, Malthus, Crecimiento por Comparación, Ajuste por Mínimos Cuadrados.

#### **2.7.7 Periodo de Diseño**

Es el tiempo que se supone la obra estará trabajando al 100% de su capacidad. El periodo de diseño, está ligado a los aspectos económicos, por lo que no se deben desatender los aspectos financieros.

Esto tiene como consecuencia que el ingeniero, trate de diseñar las obras modularmente para que la construcción de los sistemas se vaya realizando conforme se requiera, por lo cual se recomienda que el periodo de diseño sea generalmente de cinco años, exceptuando las obras que no se puedan modular.

#### **2.7.8 Vida Útil**

La “vida útil” se considera al tiempo en que las obras estarán en servicio al 100% sin que tengan unas erogaciones de operación y mantenimiento elevadas. El tiempo está

determinado por la duración de los materiales de que estén hechos los componentes de la obra.

### **2.7.9 Proyectos De Agua Potable - Consumo**

La parte del suministro de agua potable que se utiliza sin considerar las pérdidas, se conoce como consumo y se expresa en m<sup>3</sup> /día o l/h/día.

El consumo se valora de acuerdo al tipo de usuario y se divide según su uso en: doméstico y no-doméstico, éstos a su vez se subdividen según las clases socioeconómicas de la población.

#### **2.7.10 Clase Socioeconómica Descripción del Tipo de Vivienda**

Residencial Casas solas o departamentos de lujo, que cuentan con dos o más baños, jardín grande, cisterna, lavadora, etc.

Media Casas y departamentos que cuentan con uno o dos baños, jardín mediano y tina con.

Popular Vecindades y casas habitadas por una o varias familias las cuales cuentan con jardín pequeño, con un solo baño o compartiéndolo.

#### **2.7.11 Consumo No-Doméstico**

Es el agua que se utiliza en zonas de comercios y servicios, por personas que no viven en estos lugares y se puede dividir en:

##### **2.7.11.1 Consumo Industrial**

Este consumo es el uso del agua en fábricas, hoteles, etc. y su cantidad se determina según el tipo de actividad de la industria.

##### **2.7.11.2 Usos Públicos**

Es el agua utilizada en: las escuelas, riego de jardines y parques, hospitales, para combatir incendios, etc.

#### **2.7.12 Demanda Actual**

La demanda actual se considera a la suma de los consumos para cada tipo de usuario más las pérdidas físicas y se obtiene generalmente multiplicando el consumo por cada tipo de usuario de cada sector, por el número correspondiente de ellos, ya sean habitantes, locales comerciales, etc.

#### **2.7.13 Pérdidas Físicas**

El agua que se pierde por diversos motivos en las líneas de conducción, tanques, red de distribución y tomas domiciliarias se conoce con el nombre genérico de fugas; son las pérdidas físicas y se pueden determinar mediante aforos, inspecciones, distritos hidrométricos, etc.

Estas pérdidas dependen de factores como: calidad y edad de las tuberías y accesorios, proceso constructivo, presión del agua, mantenimiento y operación del sistema, etc.

#### **2.7.14 Predicción de La Demanda**

Cuando se trata de diseñar un sistema hidráulico urbano, es importante determinar la demanda futura de agua, calculándola por medio de la suma de los distintos consumos de las diferentes clases socioeconómicas y la proyección de la población.

#### **2.7.15 Dotación**

La dotación es la cantidad de agua que se la asigna a cada habitante para su consumo, considerando todos los consumos de los servicios y las pérdidas físicas en el sistema, en un día medio anual y sus unidades están dadas en l/h/día.

La dotación se obtiene por medio de un estudio de demandas, pero cuando esto no es posible se emplea la tabla de demandas que considera el número total de habitantes y la temperatura media anual de la localidad.

### **2.8 FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

#### **Período de Diseño y Estudios de Población**

El período de diseño se define como el tiempo en el cual se considera que el sistema funcionará en forma eficiente cumpliendo los parámetros respecto a los cuales se ha diseñado.

El período de diseño tiene factores que influyen la determinación del mismo, entre los cuales podemos nombrar la durabilidad de materiales, ampliaciones futuras, crecimiento o decrecimiento poblacional y capacidad económica para la ejecución de las obras.<sup>3</sup> Tomando en consideración los factores señalados, se debe establecer para cada caso el período de diseño aconsejable.

A continuación, se indican algunos valores asignados a los diversos componentes de los sistemas de abastecimiento de agua para poblaciones rurales.<sup>4</sup>

Obras de captación	20 años.
Conducción	10 a 20 años.
Reservorios	20 años.
Redes	10 a 20 años (tubería principal 20 años, secundaria 10 años).

Para todas las componentes mencionadas anteriormente, las normas generales del Ministerio de Salud para proyectos de abastecimiento de agua en el medio rural recomiendan un periodo de diseño de 20 años.<sup>5</sup>

#### **2.8.1 Determinación del Período de Diseño**

Considerando los factores anteriormente descritos, se hará un análisis de la vida útil de

las estructuras e instalaciones que se tiene previsto construir y además, constatando la realidad de la zona en estudio, se debe determinar para cada componente su período de diseño. Esto se puede realizar a través de cuadros comparativos, considerando la componente y su valor adoptado, para luego determinar el promedio de la vida útil determinando un período de diseño para el conjunto de obras. Para este tipo de diseños, es usual elegir un período de vida útil de estructuras entre 15 y 25 años.<sup>6</sup>

### **2.8.2 Estudios de Población**

Las obras de agua potable se diseñan no solo para satisfacer una necesidad del momento actual, sino que deben prever el crecimiento de la población en un determinado período de tiempo prudencial que varía entre 10 y 40 años, siendo necesario estimar cual será la población futura al final de este período.<sup>4</sup>

### **2.8.3 Cálculo de la Población Futura**

Los métodos más utilizados en la estimación de la población futura son:

#### **1. Métodos Analíticos**

Presuponen que el cálculo de la población para una región, es ajustable a una curva matemática. Es evidente que este ajuste dependerá de las características de los valores de población censada, así como de los intervalos de tiempo en que éstos se han medido. Dentro de los métodos analíticos, tenemos el método aritmético, geométrico, la curva normal, logística, la ecuación de segundo grado, la curva exponencial, método de los incrementos y de los mínimos cuadrados.<sup>4</sup>

#### **2. Métodos Comparativos**

Son aquellos que, mediante procedimientos gráficos, estiman valores de población ya sea en función de datos censales anteriores de la región o considerando los datos de poblaciones de crecimiento similar a la que se está estudiando.

#### **3. Método racional**

En este caso, para determinar la población, se realiza un estudio socioeconómico del lugar, considerando el crecimiento vegetativo que es función de los nacimientos, defunciones, inmigraciones, emigraciones y población flotante.<sup>4</sup>

El método más utilizado para el cálculo de la población futura en las zonas rurales es el método analítico y con mayor frecuencia el método de crecimiento aritmético. Esta metodología se utiliza para el cálculo de poblaciones bajo la consideración de que éstas van cambiando en la forma de una progresión aritmética y que se encuentran cerca del límite de saturación.<sup>4</sup>

La fórmula de crecimiento aritmético es:

Donde:

$$Pf = Pa(1 + \frac{r}{100})^n \quad \text{Ecuación (1)}$$

Pf = Población futura.

Pa = Población actual.

r = Coeficiente de crecimiento anual por 1000 habitantes.

t = Tiempo en años.

#### **2.8.4 Dotación y Consumo**

La dotación o demanda per cápita, es la cantidad de agua que requiere cada poblador de la zona en estudio, expresada en litros/habitante/día (l/hab./día).

Conocida la dotación, es necesario estimar el consumo promedio anual, el consumo máximo diario, y el consumo máximo horario.<sup>4</sup>

#### **2.8.5 Dotación de Agua**

La dotación es variable de acuerdo a usos, costumbres de cada localidad, actividad económica y las condiciones de saneamiento de cada localidad.

Según el Ministerio de Salud, en un estudio para mejoras en el servicio de agua potable emitido en el año 1984 determinó que en la costa norte, la dotación alcanza los 70 l/hab./día mientras que en la costa sur este valor llega a los 60 l/hab./día.

Para la sierra, el consumo de agua depende de la altitud en la cual se encuentra la localidad.

En poblados con altura de más de 1500 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), la dotación de agua alcanza los 50 l/hab./día y en alturas menores a los 1500 m.s.n.m., la dotación es de 60 l/hab./día.

Finalmente en el caso de la selva peruana, la dotación llega a los 70 l/hab./día. Para una habilitación urbana en asentamientos humanos mayores de 2000 habitantes, la Norma OS.100 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) recomienda fijar la dotación en base a un estudio de consumos técnicamente justificado, sustentado en informaciones estadísticas comprobadas. En caso de no contar con los estudios de consumo, se considerará por lo menos una dotación de 180 l/hab./día en clima frío y de 200 l/hab./día en clima templado y cálido. En el caso del presente trabajo y lo mencionado en el párrafo anterior, se tomará el valor de 120 l/hab./día.



### 2.8.6 Consumo promedio diario anual

El consumo promedio diario anual, se define como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del período de diseño expresada en litros por segundo (l/s) y se determina mediante la siguiente fórmula.<sup>4</sup>

$$Q_m = \frac{P_f}{86\,400 \text{ s/día}} \times \text{dotación (d)} \quad \text{Ecuación (2)}$$

Dónde:

$Q_m$  = Consumo promedio diario (l/s).  $P_f$  = Población futura (hab.).

$d$  = Dotación (l/hab./día).

El consumo promedio diario anual, servirá para estimar el consumo máximo diario y horario.

### 2.8.7 Consumo Máximo Diario ( $Q_{md}$ ) y Consumo Máximo Horario ( $Q_{mh}$ )

El consumo máximo diario se define como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año, mientras que el consumo máximo horario se define como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo.<sup>7</sup>

Para el consumo máximo diario ( $Q_{md}$ ) se considerará entre el 120% y 150% del consumo promedio anual ( $Q_m$ ), recomendándose el valor promedio de 130%.<sup>4</sup>

Para el consumo máximo horario ( $Q_{mh}$ ) se considerará entre el 180% y 250% del consumo promedio anual ( $Q_m$ ), recomendándose el valor máximo de 250%.<sup>4</sup>

De acuerdo a la Norma OS.100 los coeficientes deberán ser fijados en base al análisis de información estadística comprobada, de lo contrario se podrán utilizar los siguientes coeficientes:

Para el consumo máximo diario ( $Q_{md}$ ) el coeficiente será de 130% y para el consumo máximo horario ( $Q_{mh}$ ) el coeficiente deberá estar dentro del rango de 180% a 250%.

En el caso de la presente tesis los coeficientes a utilizar serán los siguientes:

$$\text{Consumo máximo diario (} Q_{md} \text{)} = 1.3 Q_m \text{ (l/s)} \quad \text{Ecuación (3)}$$

$$\text{Consumo máximo horario (} Q_{mh} \text{)} = 2.5 Q_m \text{ (l/s)} \quad \text{Ecuación (4)}$$

### 2.8.8 Parámetros Específicos

Los parámetros y criterios de diseño que se presentan a continuación se basan en las siguientes normativas:

Normas y requisitos para los proyectos de agua potable y alcantarillado destinadas a las localidades urbanas – Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.

Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

Nuevo reglamento de elaboración de proyectos de agua potable y alcantarillado para habilitaciones urbanas de Lima y Callao – SEDAPAL

### 2.8.9 Parámetros específicos de Agua Potable

Tomando como datos básicos el caudal a conducir, longitud de tubería, desnivel entre punto de carga y descarga, se consideran los siguientes parámetros:

#### 2.8.9.1 Redes de distribución

En líneas de aducción y redes de distribución los parámetros a utilizar en los cálculos son los siguientes:

Tipo de tubería a usar.

Velocidad recomendada de conducción.

Protección contra acumulación de aire en los puntos altos.

Sistema de evacuación de sedimentos en los puntos bajos. Se denomina línea de aducción a la tubería que conduce agua desde la obra de captación hasta el estanque de almacenamiento.<sup>8</sup>

La presente tesis se centra en el diseño específico de la red de agua potable en las Localidades de Chontapampa y anexo Yanayacu”, en este sentido la línea de aducción será considerada como la tubería que empalma del reservorio ficticio, considerado en el modelado, hacia la red de distribución de agua potable.

#### 2.8.9.2 Coeficientes de fricción

Los coeficientes de fricción (“C” de Hazen-Williams) considerados en el cálculo hidráulico, se resumen en el Cuadro N°2.

**Cuadro N° 2**

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

Tipo de Tubería	C
Acero sin costura	120
Acero soldado en espiral	100
Cobre sin costura	150
Concreto	110
Fibra de vidrio	150
Hierro fundido	100
Hierro fundido con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Polietileno, Absbesto Cemento	140
Policloruro de vinilo (PVC)	150

Coeficiente de fricción “C” de acuerdo al material.

La determinación de las pérdidas locales se evaluará solo en caso de contar con un número elevado de accesorios o tener una velocidad muy alta en la red. En este caso para la determinación de las pérdidas se usará la ecuación (5).<sup>9</sup>

$$H_f = k \times \frac{V^2}{2g} \quad \text{Ecuación (5)}$$

Dónde:

V = Velocidad en m/s

g = Aceleración de la gravedad en m/s<sup>2</sup>

K = Factor adimensional que depende del tipo de accesorio en la red (Ver Cuadro N°3)

**Cuadro N° 3**

Accesorio Local	K
Válvula de globo, totalmente abierta	10.00
Válvula angular, totalmente abierta	5.00
Válvula Check, totalmente abierta	2.50
Válvula de compuerta, totalmente abierta	0.20
Codo de radio pequeño	0.90
Codo de radio grande	0.80
Codo de 45°	0.60
Curva de cierre de retorno	0.40
Te estándar con flujo	2.20
Te estándar con flujo por una rama	0.60
Ingreso rectangular	0.80
Salida	0.50

Fuente: Manual de Hidráulica. De Acevedo Netto y Acosta Álvarez – 1976

Valores de K para pérdidas locales

### **2.8.9.3 Velocidad en el conducto**

La elección del diámetro de la tubería se encuentra relacionada en forma directa a la velocidad que se produzca en el conducto.

Según la Norma OS.050 la velocidad máxima admisible será de 3 m/s y solo en casos justificados se aceptara una velocidad máxima de 5 m/s.

### **2.8.9.4 Zonas de presión**

Las zonas de presión se definirán en función a la topografía, las presiones mínimas y el área de influencia del reservorio.

La topografía delimita las zonas de abastecimiento, teniendo presente las presiones máximas y mínimas en la red de distribución, de 50 a 10 metros de columna de agua (m.c.a.) respectivamente, de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma OS.050.

La presión mínima de 10.00 metros de columna de agua (m.c.a.) en las redes de distribución se aplicará en casos en que la zona cuenta con edificaciones de hasta 2 pisos.

De acuerdo al nivel socioeconómico y la idiosincrasia de los pobladores de la localidad de Chontapampa y anexo Yanayacu se prevé que las viviendas, dentro de un periodo aproximado de 20 años, no excederán los 2 niveles de construcción.

### **2.8.9.5 Válvulas de aire**

En las líneas de conducción se colocarán válvulas extractoras de aire en sus puntos altos y cuando se presenten cambios en la dirección de los tramos con pendiente positiva.

En los tramos donde la pendiente se mantiene uniforme se colocarán válvulas cada 2 kilómetros como máximo.

El dimensionamiento de las válvulas se determinará en función del caudal, presión y diámetro de la tubería.<sup>10</sup>

### **2.8.9.6 Válvulas de Purga**

La ubicación de las válvulas de purga se realizará en los puntos bajos de las líneas de conducción para lo cual se debe tener en consideración la calidad del agua y la modalidad de funcionamiento de la línea de conducción. El dimensionamiento de las válvulas se determinará en función de la velocidad de drenaje y serán instaladas en una cámara de concreto armado.<sup>11</sup> En el presente trabajo los criterios de válvulas de aire y válvulas de purga no serán considerados en el modelamiento de la red de agua potable dado que las pérdidas locales no superan el 10% con respecto a las pérdidas generadas por fricción.<sup>4</sup>

### 2.8.9.7 Criterios de diseño

Las redes de distribución o conducción se proyectarán, siempre que sea posible, conformando un circuito cerrado (malla). El dimensionamiento de la red se realizará en base a cálculos hidráulicos que aseguren el caudal y la presión adecuada en cualquier punto de la red. De acuerdo a la Norma OS.050 el cálculo hidráulico del sistema de distribución se realizará mediante el método de Hardy Cross o cualquier otro método equivalente, mientras que el cálculo hidráulico de las tuberías se realizará mediante la fórmula de Hazen - Williams.

Fórmula de Hazen – Williams:

$$V = 0.355 C D^{0.63} S_f^{0.54} \quad \text{Ecuación (6)}$$

Dónde:

V = Velocidad media (m/s)

D = Diámetro (m)

Sf = Perdida de carga unitaria (m/m)

C = Coeficiente de fricción

Reemplazando esta fórmula en la ecuación de continuidad

$$Q = AV = \frac{\pi D^2}{4} V \quad \text{Ecuación (7)}$$

Se obtiene la fórmula para el caudal.

$$Q = 0.2875 C D^{2.63} S_f^{0.54} \quad \text{Ecuación (8)}$$

## 2.9 PARÁMETROS ESPECÍFICOS DE ALCANTARILLADO

### 2.9.1 Coeficiente de retorno (C)

Estudios estadísticos han estimado el porcentaje de agua abastecida que llega a la red de alcantarillado. Este coeficiente oscila entre el 60% y 80% de la dotación de agua potable. En este trabajo, se adoptará un coeficiente de retorno (C) igual al 80% conforme a lo establecido en la Norma OS.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

### 2.9.2 Caudal de infiltración

Se deberá considerar como contribución al alcantarillado el agua de infiltración proveniente de la permeabilidad del suelo principalmente en terrenos saturados de aguas freáticas, a través de fisuras en los colectores, juntas mal ejecutadas y en la unión de colectores con las cámaras de inspección. Asimismo se deberá considerar el agua de lluvia dependiendo de la zona en estudio.<sup>10</sup>

### 2.9.3 Cuantificación de caudales de aporte doméstico

Los caudales de aporte doméstico que deberán ser cuantificados son el caudal medio diario (Qm), caudal máximo horario (Qmh) y el caudal de diseño (Qd) que será igual a 0.80 del caudal máximo horario (Qmh).<sup>11</sup>

### 2.9.4 Criterios de diseño

La técnica de cálculo admitirá el escurrimiento en el régimen uniforme y permanente, donde el caudal y la velocidad media permanecen constantes en una determinada longitud de conducto.<sup>12</sup>

Para el dimensionamiento del diámetro de la tubería de la red de alcantarillado se utilizara la fórmula de Manning, la cual se describe a continuación:

Fórmula de Ganguillet – Kutter:

La fórmula de Ganguillet – Kutter se deriva de la modificación realizada a la fórmula de Chezy:

$$V = C \sqrt{RS} \quad \text{Ecuación (9)}$$

Esta modificación propone que el valor del coeficiente de descarga de C de Chezy se calcule de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$C = \frac{23 + \frac{0.00155}{S} + \frac{1}{n}}{1 + \left(23 + \frac{0.00155}{S}\right) \frac{n}{\sqrt{R}}} \quad \text{Ecuación (10)}$$

Dónde:

V = Velocidad (m/s)

C = Coeficiente de descarga de Chezy

R = Radio hidráulico (m)

S = Pendiente (m/m)

n = Coeficiente de rugosidad

Dada la complejidad de la fórmula de Ganguillet – Kutter, en 1890 Robert Manning realiza la simplificación de esta fórmula dando origen a la fórmula de Manning que por su sencillez es hoy en día la más empleada en el diseño de alcantarillado.<sup>13</sup>

Fórmula de Manning:

$$C = \frac{23 + \frac{0.00155}{S} + \frac{1}{n}}{1 + (23 + \frac{0.00155}{S}) \frac{n}{\sqrt{R}}} \quad \text{Ecuación (11)}$$

Dónde:

V = Velocidad (m/s)

R = Radio hidráulico (m)

S = Pendiente (m/m)

n = Coeficiente de rugosidad.

La ecuación de Manning en función del diámetro de las tuberías, genera las siguientes expresiones para tuberías funcionando a sección plena (tubo lleno).<sup>14</sup>

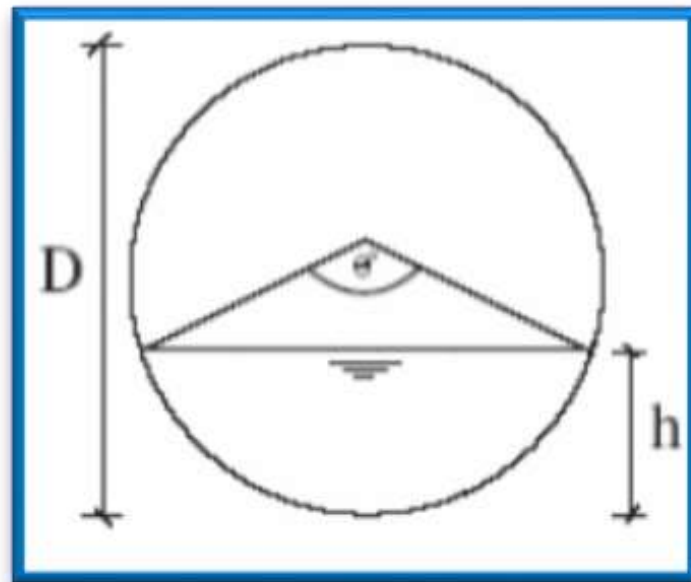
$$V = \frac{0.397 D^{3/8} S^{1/2}}{n} \quad \text{Ecuación (12)}$$

$$Q = \frac{0.312 D^{8/3} S^{1/2}}{n} \quad \text{Ecuación (13)}$$

En el caso de tuberías con la sección parcialmente llena, la fórmula de Manning varia teniendo en consideración el radio hidráulico y el ángulo central (ver Figura 3) que se forma en la sección parcialmente llena.<sup>15</sup>

**Fig. 3**

Fuente: elaboración propia



Esquema de tuberías con sección parcialmente llena

Ángulo central  $\theta^\circ$  en grados sexagesimales:

$$\theta^\circ = 2 \arccos \left( 1 - \frac{2h}{D} \right) \quad \text{Ecuación (14)}$$

Radio hidráulico:

$$R = \frac{D - \left( 1 - \frac{360 \sin \theta^\circ}{2\pi \theta^\circ} \right)}{4} \quad \text{Ecuación (15)}$$

Sustituyendo el valor del radio hidráulico en la fórmula de Manning, se obtienen las siguientes expresiones para tuberías con la sección parcialmente llena:

$$V = \frac{0.397 D^3}{n} \left( 1 - \frac{360 \sin \theta^\circ}{2\pi \theta^\circ} \right)^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad \text{Ecuación (16)}$$



$$Q = \frac{D^3}{5} \frac{(2\pi\theta - 30\sin\theta)^2}{7257.15 (2\pi\theta)^3} \quad \text{Ecuación (17)}$$

### 2.9.5 Criterio de la velocidad mínima

Debido a que las aguas que circulan por los alcantarillados, contienen normalmente partículas que podrían sedimentarse y formar obstrucciones, se suele diseñar con pendientes que sean superiores a un valor mínimo que garantice velocidades suficientemente altas para producir el arrastre de los materiales en suspensión.

El criterio de velocidad mínima se emplea desde hace más de un siglo.

En el año 1880, George Waring Jr. diseñó el primer sistema separativo de Estados Unidos, considerando una velocidad mínima 0.60 m/s. La práctica normal es proyectar el alcantarillado con una pendiente que asegure una velocidad mínima de 0.60 m/s. Sin embargo, algunos autores como Metcalf y Eddy (2005) aseguraron y recomendaron que asumiendo una velocidad igual a 0.30 m/s, es suficiente para garantizar el arrastre y el auto limpieza de la tubería.<sup>16</sup>

### 2.9.6 Criterio de la tensión tractiva

Se denomina tensión tractiva a la capacidad de auto limpieza de la tubería de alcantarillado, es decir, la posibilidad que sean arrastradas las partículas en suspensión, que dependerá del esfuerzo cortante que la corriente de agua ejerza sobre las paredes interiores donde podría ocurrir la sedimentación.

Conforme a lo establecido en la Norma OS.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), la pendiente del colector será calculada con el criterio de la tensión tractiva.

Es así, que el valor mínimo de la Fuerza Tractiva ( $\sigma_t$ ) será considerada igual a 1.00 Pascal (Pa). El valor mínimo de 1.00 Pascal (Pa) corresponde a un coeficiente de Manning “n” igual a 0.013. Sin embargo, en tramos de arranque, se podrá considerar valores de Fuerza tractiva igual a 0.60 Pascales (Pa). La fuerza tractiva mínima debe ser

suficiente para transportar entre el 90% al 95% del material granular que se estima ingresa al sistema de alcantarillado.

### 2.9.7 Pendiente mínima

Conforme a lo establecido en la Norma OS.070 del RNE, el proyecto de colectores de alcantarillado sanitario tomará en cuenta las condiciones de flujo críticas que puedan presentarse, debido a los bajos caudales de aporte durante los primeros años después de su construcción.

Se deberá garantizar que las pendientes no sean demasiado bajas para producir sedimentación, lo cual ocasionarían elevados costos de mantenimiento antes de alcanzar los caudales de diseño.

La pendiente mínima que tendrá una alcantarilla viene dada por la inclinación de la tubería con la cual se logrará mantener la velocidad mínima de 0.60 m/s o cuando se quiere obtener un valor determinado de la Fuerza Tractiva mínimo (1.00 Pa.)

### 2.9.8 Coeficiente de rugosidad

El coeficiente de rugosidad “n” de la fórmula de Manning será diferente según el tipo de material, tal como se presenta en el Cuadro N°04:

**Cuadro N° 4**

Fuente: Elaboración Prinia	MATERIAL	COEFICIENTE (n)
	PVC	0.01
	CONCRETO	0.013

Coeficiente de rugosidad según Manning

### 2.9.9 Diámetro mínimo

Conforme a lo establecido en la Norma OS.070 del RNE, el diámetro mínimo de los colectores de alcantarillado sanitario será de 150 mm (6”).

### 2.9.10 Tirante máximo

De acuerdo a los criterios de diseño y a la Norma OS.070 del RNE, el tirante máximo para el valor del caudal máximo futuro será igual o inferior al 75% del diámetro interno del colector, esto para permitir la ventilación de forma que se minimice o elimine la generación y acumulación de sulfuro de hidrógeno.

### 2.9.11 Profundidad de instalación

Conforme a lo establecido en la Norma OS.070 del RNE, la profundidad mínima de instalación de una tubería será definida por el recubrimiento mínimo y este no debe ser menor de 1.00 m sobre la clave de las tuberías en vías de tránsito vehicular y menor de 0.80 metros en vías de tránsito peatonal.

De haber menores recubrimientos éstos deben ser justificados.

### 2.9.12 Ubicación de elementos de inspección

Conforme a lo establecido en la Norma OS.070 del RNE, serán ubicados los elementos de inspección en los arranques de la red, en todos los empalmes de colectores, cambios de dirección y pendiente, en los cambios de diámetro y en los cambios de material de las tuberías.

Las distancias máximas entre cámaras o tubos de inspección (no visitables) estarán en función de los equipos de limpieza previstos y disponibles.

En el cuadro 5 se sugiere algunas distancias:

**Cuadro N° 5**

Fuente: Elaboración Propia

DIÁMETRO NOMINAL DE LA TUBERIA (mm)	DISTANCIA MÁXIMA (m)
100	60
150	60
200	80
250 a 300	100
Diámetros mayores	150

Distancias máximas de elementos de inspección

## 2.10 MARCO HISTORICO

La piedra angular de toda población sana es tener acceso al agua potable. Desde tiempos de la revolución de la agricultura y los inicios de la vida sedentaria en los años 9.000-10.000 A. de C., comenzaron los primeros esfuerzos por controlar el caudal de agua, proveniente de manantiales, fuentes y arroyos. Y a partir del segundo milenio A. de C., en las antiguas ciudades, el suministro de agua es mediante gravedad, con tuberías o canales y sumideros. Tales sistemas de abastecimiento no distribuían agua a viviendas individuales, sino que a un lugar central desde el cual la población podía llevarla a sus hogares.

Estos sistemas eran con frecuencia inadecuados y apenas cubrían las modestas demandas sanitarias, por lo que nace la construcción de acueductos para transportar agua desde fuentes lejanas. Luego de la caída del Imperio romano, se dio comienzo a una época de retroceso en la tecnología hídrica, lo que provocó que el saneamiento y la salud pública sufrieran un declive en Europa.

Eran tales las condiciones sanitarias, que el agua suministrada estaba contaminada, había desechos de animales y humanos en las calles, y las aguas servidas se arrojaba por las ventanas a las calles, sobre los transeúntes. Como resultado, se originan terribles epidemias que provocaron estragos en Europa. Hasta mediados del siglo XVII, los materiales de construcción utilizados en redes para el suministro de agua eran tuberías hechas de madera, arcilla o plomo, que apenas lograban resistir bajas presiones, sin embargo las redes generalmente estaban instaladas de acuerdo con la línea del gradiente hidráulico.

Con la inserción del hierro fundido en la construcción, las redes de distribución de agua potable se instalan con tuberías de este material, además, gracias a su bajo costo y al avance en nuevos métodos de elevación de agua, se hizo posible que el vital elemento llegara a cada residencia, no solo a los considerados ricos como ocurría en la antigüedad.

A pesar de los nuevos desarrollos en tecnología en los sistemas de suministro de agua potable, con el explosivo crecimiento de las ciudades, los residuos generados en estas, comenzaron a contaminar tanto sus propias fuentes de abastecimiento como las de otras ciudades.

Entonces, ya no sólo se comienza a desarrollar nuevas tecnologías para el mejoramiento de las redes, sino que además, comienza la preocupación por la protección de la salud de los consumidores con métodos de tratamiento para las aguas.

Recién en el año de 1900 aproximadamente, se dio inicio a la aplicación de tratamientos en las ciudades, en que fueron puestos en uso los filtros, que redujeron fuertemente las enfermedades provocadas por ingerir agua potable, aunque con la introducción de la desinfección con cloro, aumentó enormemente la eficacia de los tratamientos en el agua potable.

Sabemos de las muchas alcantarillas primitivas que se describen en la literatura, los grandiosos desagües subterráneos de la antigua roma son los mejores conocidos.

En base a los escritos de la época se sabe que la conexión directa de las casas a dichos desagües no era práctica generalizada, por ausencia de un reconocimiento de las

exigencias de salud pública; además el saneamiento obligatorio había sido considerado como una violación del derecho privado. Las primeras alcantarillas construidas en Europa y Estados Unidos tuvieron como fin la recogida de las aguas pluviales. Las excreciones humanas no se evacuaron a las alcantarillas de Londres hasta 1815, a las de Boston hasta 1833 y las de París hasta 1880. En algunos países de Latinoamérica que tomaron el ejemplo de los Estados Unidos, se obtuvieron grandes resultados (Brasil, Venezuela, México, Costa Rica, etc) que las vías de comunicación terrestre son requisitos indispensables para la realización de las principales actividades humanas y para el desarrollo de los pueblos.

En ese sentido, el desarrollo de una nación depende en gran medida de la extensión y el estado de su red vial.

En efecto, los caminos y carreteras condicionan a la capacidad y velocidad de movilización de personas y carga, que repercuten directamente en el progreso social, político y social.

## **2.11 HIPOTESIS**

Mediante el **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE LA LOCALIDAD DE CHONTAPAMPA Y ANEXO YANAYACU**, se lograra bajar el índice de las enfermedades infectocontagiosas y proveer de un sistema de agua y alcantarillado.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 MATERIALES**

##### **3.1.1 Recursos Humanos:**

1. 2 Bachilleres en Ing. Civil.
2. Asesor.
3. Jaloneros.
4. Wincheros.
5. Apuntadores y señalización.

##### **3.1.2 Bienes y Servicios:**

1. Estación Total TOPCON 3105w de 5" de precisión.
2. Computadora.
3. Impresora.
4. Cámara digital.
5. Unidad de Almacenamiento Portátil (USB).
6. Bolsas de polietileno.
7. Esmalte y brochas.
8. Hitos de concreto

#### **3.2 MÉTODOS**

Los Métodos a emplear en el desarrollo del trabajo serán **Descriptivo-aplicativo** tratándose de un Diseño de un sistema de agua y alcantarillado, se deberá efectuar un reconocimiento del área de estudio para así poder recopilar los datos de campos y aplicar los métodos correspondientes.

##### **3.2.1 Tipos y Nivel de la Investigación**

**TIPO:** Investigación aplicada

**NIVEL:** Básico

##### **3.2.2 Diseño de Instrumentos**

Como principal elemento para la ejecución de este proyecto de Tesis se tiene que realizar un levantamiento topográfico para encontrar la diferencia de altura que existe entre la fuente el reservorio y la red de distribución y así poder realizar un estudio por gravedad, así también para el sistema de alcantarillado se debe tener en cuenta las pendientes mínimas para la evacuación de las aguas servidas.

##### **3.2.3 Fuentes Técnicas e Instrumentos de Selección de Datos**

Se utilizó Bibliografía Variada y adecuada para la Investigación, las cuáles se detallan en el marco teórico y en las referencias bibliográficas.

### **3.3 ESTUDIOS BÁSICOS**

#### **3.3.1 Estudios Topográficos**

##### **Objetivos y Alcances.**

El estudio topográfico es el punto de partida de todo proyecto de Ingeniería, pues nos permite obtener datos para el diseño de las obras que puede abarcarla.

Nuestro objetivo fundamentalmente es de obtener los datos que nos permitan hacer cálculos estructurales, movimientos de tierras, cotas del terreno, ubicación de manzanas y lotes.

##### **Instrumentación**

La topografía en la localidad se levantó con el uso de Teodolito y GPS, usando el método puntos de cambio a partir de un punto estación geo referenciado con el GPS.

En resumen, en las localidades de estudio se encuentran con estacas los buzones y su numeración respectiva y en los planos que se adjuntan se indica sus niveles de terreno. También se han ubicado BMs y se encuentran distribuidos en el sector en puntos fijos (inmovibles). Las cotas y ubicación se pueden apreciar con más detalle en los planos.

#### **3.3.2 Resultados del Estudio Topográfico**

De las visitas realizadas a campo y con los datos obtenidos del levantamiento topográfico se ha podido determinar que el proyecto está comprendido en un área de topografía poco ondulada y presenta una pendiente que varía del 1% al 20%. Luego de haber tomado medidas en campo con el Teodolito se ha procedido a vaciar los datos y la base del GPS a la computadora, para luego generar los datos topográficos en el Autocad. Con el Autocad Land ha generado los planos topográficos, planos de perfil, manzaneo, lotización, etc; los datos que forman parte de los planos adjuntos.

### **3.4 ESTUDIO GEOLÓGICO Y DE SUELOS.**

##### **Objetivos y Alcances**

El Estudio geológico y de mecánica de suelos de la localidad de Chontapampa y anexo Yanayacu, han sido realizado con la finalidad de determinar las propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas de los materiales que conforman el sub suelo de cimentación, para inducir el comportamiento estructural de las tuberías PVC-SAP de agua y alcantarillado, así como el cálculo de la deflexión por cargas externas de las mismas en las obras de ampliación del sistema de agua potable y la red de alcantarillado.

#### **3.4.1 Metodología**

La programación de las investigaciones se realizó teniendo en cuenta la ubicación y localización de la obra, de tal forma que permita obtener la mayor información del sub suelo

mediante las exploraciones de campo y ensayos de laboratorio. Estas investigaciones fueron realizadas por personal especializado, bajo la supervisión del Tesista responsable del estudio, tomando en consideración la heterogeneidad del suelo, para determinar el tipo de suelo, su clasificación y características portantes correspondientes a Arenoso limoso de buena capacidad portante.

### **3.4.2 Resumen del Estudio de Suelos**

Los resultados del estudio de suelos del Proyecto: **“AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DEL AGUA POTABLE Y CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO DE LA LOCALIDAD DE CHONTAPAMPA Y ANEXO YANAYACU”**, ubicado en el distrito de Milpuc, provincia de Rodríguez de Mendoza, Región de Amazonas, en resumen son: La capacidad portante admisible en Chontapampa para Tanque Séptico es de 1.00 kg/cm<sup>2</sup>. La capacidad portante admisible en Yanayacu Tanque Séptico es de 0.96 kg/cm<sup>2</sup>. El tipo de suelo encontrado es principalmente de arenas arcillosas y arenas limo arcilloso, en la clasificación SUCS como SC y SM-SC respectivamente, en algunos tramos habiendo la presencia de rocas sueltas, tal como se muestra en el estudio

## **3.5 ESTUDIO DE IMPACTO DEL MEDIO AMBIENTE**

### **3.5.1 Enfoque**

El estudio de impacto ambiental se ha de enfocar en los impactos ambientales positivos y negativos debido a la construcción de la obra: “Ampliación y Mejoramiento del Sistema de agua potable y construcción del sistema de saneamiento de Chontapampa-Yanayacu” y de sus respectivas mitigaciones de impacto ambiental donde fuese necesario.

### **3.5.2 Objetivos y alcances**

Los objetivos principales del estudio son: Determinar el grado de impacto del proyecto, Implementar el plan de mitigación del proyecto

### **3.5.3 Método de análisis**

El método de análisis utilizado para determinar el grado de impacto es la Matriz de Impacto y el Check List, por cada componente.

## **3.6 UBICACIÓN DE CANTERAS**

Los agregados como la arena y piedra chancada de ½” y ¾” se encuentran en la zona. Además en la localidad de Milpuc existen canteras de arena de buena calidad ubicada a una distancia de 5km y en un tiempo de 45 minutos en camión. Piedra para ser chancada hay a una distancia promedio de 2 km, estas canteras de piedra caliza son ya probadas y de buena calidad utilizadas en múltiples obras de inversión pública.



## IV. RESULTADOS

### 4.1 CRITERIOS Y PARÁMETROS DE DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

#### 4.1.1 Periodo de diseño

Según DIGESA, el periodo de diseño que debe considerarse de acuerdo al tipo de sistema a implementarse es:

Sistema	Periodo (años)
Gravedad	20
Bombeo	10
Tratamiento	10

Debe entenderse sin embargo, que en todos los casos la red de tuberías debe diseñarse para 20 años.

#### 4.1.2 Población

La población demandante del servicio de agua y alcantarillado para el año 2,028 en Chontapampa será:

$$Pf = Pa(1 + \frac{r}{100})^n$$

Donde:

Pa = 220 Habitantes.

R = 2.00 Tasa Crecimiento.

T = 20 Período de diseño

Pf = 308 Población futura. Para el 2028

Válida para el cálculo de la población futura.

#### 4.1.3 Dotación

Es la primera etapa en el diseño de un Sistema de Abastecimiento. Es denominado también dotación per cápita, expresado en litros por personas por día (lts/per/día), que resulta de dividir el consumo medio diario por el número de habitantes de la ciudad en estudio. Para determinar la dotación, se debe estudiar los diferentes consumos de agua, los cuales generalmente son:

a) Uso doméstico

b) Uso comercial.

c) Uso público.

d) Pérdidas y desperdicios.

**a) Uso doméstico:** Mencionaremos algunos valores recomendados por algunos autores solamente para tener una idea de estas opiniones ya que son valores que se adecuan a diferentes realidades.

**Las normas del Ministerio de Salud toman en cuenta los consumos domésticos, industriales, y públicos, condiciones climatológicas, económicas e importancia de la ciudad:**

Población (Hab.)	Consumo (Lt/persona/día)
Hasta 500	60
De 500 hasta 1000	80
De 1000 hasta 2000	80-100

Según el Ministerio de Vivienda:

POBLACIONES	CLIMA	
	FRIO	TEMP. CÁLIDO
De 2 000 a 10 000 habitantes	120 l/p/día	150 l/p/día
De 10 000 a 50 000 hab.	150 l/p/día	200 l/p/día
Más de 50 000 habitantes	200 l/p/día	250 l/p/día

El Ing. Gustavo Rivas Míjares recomienda para **medios rurales** el consumo doméstico de 60 Lt/pers./día.

De todo lo indicado anteriormente y teniendo en cuenta el nivel económico de la población que residirá en esta Localidad hemos estimado para el consumo doméstico la siguiente cifra.

**USO DOMÉSTICO = 65 Lt/p/día**

**b) Uso comercial e Industrial:** El agua para uso comercial dependerá de las condiciones locales tales como existencia de industrias y centros comerciales. En Chontapampa no existe industria alguna, sin embargo por considerar el lavado del café estimamos en 22 Lt/p/día.

**c) Uso público:** Corresponde a este punto las siguientes dotaciones:

Centros Escolares 40 l/p/día.

Mercados 15 l/p/día.

Centro Cívico	6 l/p/día.
Áreas Verdes	2 l/p/día.
Otros (Puesto Policial, Centro Salud, etc.)	150 l/p/día.

En Chontapampa se asume una dotación de 15 Lt/p/día

**d) Pérdidas y Desperdicios:** Este consumo se debe a la presencia de juntas defectuosas, válvulas en mal estado, conexiones no autorizadas, grifos abiertos.

El consumo para este rubro puede llegar del 10% al 15% en redes bien mantenidas, y del 20% de la dotación total en redes antiguas, se toma el 15% o sea 18 Lt/p/día.

Uso doméstico	65 l/p/día
Uso Público	15 l/p/día
Uso Comercial	22 l/p/día
Pérdidas	18 l/p/día
<b>TOTAL DOTACIÓN</b>	<b>120 Lt/p/día</b>

## VARIACIONES DE CONSUMO

Valores de K1 indicadas por el R.N.C.

VALORES DEL FACTOR K1 DE ACUERDO AL CLIMA

CLIMA Y/O REGIONES	K1
Templados	1.4 – 1.6
Cálidos y Húmedos	1.2 - 1.4
Áridos	1.8 – 2.0

Para nuestro primer caso hallaremos este tipo de variaciones.

K1	: Variación de consumo máximo diario	1.30
K2	: Variación de consumo horario	2.50
Qp	: Caudal Promedio	$Qp = Q_{fxDot}/86400$ 0.43 lt/seg.
Qmd	: Caudal máximo diario	$Qmd = Qp \times K1$ 0.56 lt/seg.
Qmh	: Caudal máximo horario	$Qmh = Qmd \times K2$ 1.11 lt/seg

## ALMACENAMIENTO

Chontapampa cuenta con un reservorio de 20 m³ de capacidad que cubre eficientemente las demandas actuales.

## 4.2 SISTEMA DE ALCANTARILLADO

### 4.2.1 Consumo de agua

La cantidad de agua que se consume en una red pública varía continuamente bajo la influencia de las actividades y hábitos de la población, condiciones de clima, costumbres. Hay meses en que el consumo de agua es elevado, así también durante un mes hay días de mayor consumo, lo mismo que durante el día, el consumo varía constantemente. Los consumos de agua de una ciudad tienen variaciones mensuales, diarias, horarias. Estas variaciones pueden expresarse en un porcentaje del consumo o gasto promedio ( $Q_p$ ).

### 4.2.2 Gasto Promedio ( $Q_p$ )

El gasto promedio diario se define como el promedio de los consumos diarios durante un año. Por lo tanto, el gasto promedio diario expresa la relación entre el volumen total de lo consumido por la población en un día y se expresa generalmente en lts/seg.

Cuya expresión está representado por:

$$Q_p = \frac{\text{Población (hab)} \times \text{Dotación (lts/hab/día)}}{24 \text{ horas} \times 3600 \text{ seg}} (\text{lts / seg})$$

$Q_p = \text{Población (hab)} \times \text{dotación (lts/hab/seg)}$

- Población : 308 Habitantes.
- Dotación : 120 Lts / Hab / Día.

$$Q_p = \frac{308 \times 120}{24 \times 3600} = 0.4277778 \text{ lts / seg}$$

$$Q_p = 308 \times 120 = 36,960 \text{ lts/día} = 36.96 \text{ m}^3/\text{día}$$

### 4.2.3 Relación de Desagüe / Agua o Factor de Reingreso " C "

La cantidad de desagüe que es percibida por la red no es igual a la cantidad de agua con la que es abastecida la ciudad. Las causas que generan esta diferencia son el empleo del agua en: manufacturación de diversos alimentos, bebidas, regadío de jardines y parque, combate de incendios, etc. La relación entre el volumen del desagüe y el volumen de agua Abastecida o factor de reingreso se toma como 0.80.

$$C = 80\%.$$

### 4.2.4 Caudal de Aguas Residuales

Se calcula afectando el  $Q_p$  por el factor de reingreso llamado también porcentaje de contribución  $C = 0.80$

$$Q_{pr} = \frac{\text{Población (hab)} \times \text{Dotación (lts/hab/día)} \times (0.80)}{24 \text{ horas} \times 3600 \text{ seg}} (\text{lts} / \text{seg})$$

$$Q_{pr} = \frac{308 \times 120}{24 \times 3600} \times 0.80 = 0.3422222 \text{ lts} / \text{seg} \quad \text{ó}$$

$$Q_{pr} = 308 \times 120 \times 0.80 = 29,568 \text{ lts/día} = 29.568 \text{ m}^3/\text{día}$$

#### 4.2.5 Caudal máximo horario

De acuerdo a condiciones de cada ciudad (Clima caluroso o de frío, altura, tipo de suelo, costumbres, etc.) el consumo de agua sufre variaciones diarias determinadas por las estaciones, costumbres, etc. Lo cual hace que en determinados días del año se presenten máximos y mínimos consumos, igualmente existen horas críticas de máximos y mínimos consumos, que se deben tener en cuenta para el diseño, llevando un adecuado registro estadístico.

Para nuestro caso tendremos en cuenta los parámetros del Ministerio de Vivienda.

K1 = Factor de variación diaria (adimensional).

K2 = Factor de variación horaria (adimensional).

$$K1 = 1.3$$

$$K2 = 2.0$$

$$Q_{\text{max Horario}} = K1 \times K2 \times Q_{pr}$$

$$Q_{\text{max. Horario}} = \frac{1.3 \times 2 \times 29.568}{86,400} = 0.0008898 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

#### 4.2.6 Caudal de Infiltración

El agua del subsuelo puede penetrar a los conductos de desagüe debido a que trabajan como canales abiertos.

Esta infiltración puede realizarse a través de las uniones, roturas, paredes de los buzones. La cantidad de agua de infiltración depende principalmente de las características del suelo, del nivel freático de agua, respecto a los conductos y al estado de calidad de instalación de las estructuras del sistema de desagüe.

$$Q_i = c \times \text{longitud de red} + b \times \# \text{ buzones.}$$

c = coeficiente de escurrimiento.

b = aporte de buzones.

$$Q_i = 20000 \text{ lt/Km./día} \times \text{longitud de red} + 380 \text{ lt/buzón/día} \times \# \text{ buzones}$$

$$Q_i = 20000 \text{ lt/Km./día} \times 5.780 \text{ Km} + 380 \text{ lt/buzón/día} \times 77 \text{ buzones}$$

$$Q_i = 115,600 \text{ lt/día} + 29,260 \text{ lt/día.}$$

$$Q_i = 114,860 \text{ lt/día.}$$

$Q_i = 0.0013293 \text{ m}^3/\text{seg.}$

#### 4.2.7 Caudal de diseño o Caudal de Distribución en Marcha

$Q_T = Q_{\text{max}} \text{ Horario} + Q_i$

$Q_T = 0.0008898 + 0.0013293 = 0.0022191 \text{ m}^3/\text{seg.}$

#### 4.3 DIMENSIONAMIENTO DE LAS TUBERIAS

El dimensionamiento del sistema de alcantarillado se hará para la conducción de los caudales máximos con una altura de flujo del 75% del diámetro de las tuberías.

En cuanto al diámetro de la tubería y de acuerdo al volumen del total de aguas residuales, se requiere tubería PVC-U de 150mm, equivalente a 6", a pesar de que según el R.N.C. considera un diámetro mínimo de 200mm., equivalente a 8".

Normalmente se emplean en redes de alcantarillado tuberías de concreto, en nuestro caso se emplearán tuberías de Policloruro de Vinilo No Plastificado (PVC-U), serie 20, estas presentan ventajas en la conducción de aguas residuales-agresivas por su alta resistencia a ácidos y sustancias químicas.

Este tipo de tubería presenta paredes internas no absorbentes y juntas por soldadura química (pegamento) lo cual representa una ventaja en cuanto a infiltraciones y obstrucciones. La superficie interna es muy lisa ofreciendo una resistencia de fricción muy baja.

##### 4.3.1 BUZONES

Son estructuras que forman parte de sistemas de aguas negras o pluviales permitiendo la inspección, limpieza y desatres de los colectores.

Se instalan buzones en:

Las extremidades de cada tramo.

La unión de colectores.

Cambio de dirección.

Cambio de pendiente.

Cambio de material (tubería).

Lugares de limpieza y eventuales de desatres.

Extensos tramos rectos de colectores en tal forma que el espaciamiento máximo sea:

DIAMETRO		DISTRIBUCION MAXIMA DE
Pulgadas	mm	BUZONES (mts)
6	150	80
8-10	200 - 250	100

Las dimensiones varían en función al diámetro de los colectores que llegan al buzón de acuerdo a los siguientes requisitos:

Profundidad mínima de 1.20 m.

En cuanto a la profundidad máxima debe estar definida por la pendiente natural del terreno y quedar limitada al mínimo posible por la fuerte incidencia en el costo, especialmente en terrenos rocosos.

#### **4.3.2 Velocidades Permisibles**

La velocidad mínima de escurrimiento será de 0.60 m / seg., en casos especiales pueden de llegar a 0.45 m/seg.

Sin embargo se ha considerado velocidades menores a las recomendadas debido a lo accidentado del terreno, ya que se tendría una mayor excavación, para evitar un mayor costo en este proyecto se consideró una pendiente mayor al 1% y también que el colector sea secundario de tramos muy pequeños. Todo esto se considera para el flujo correspondiente al 50% del caudal máximo para asegurar un buen funcionamiento. La velocidad máxima aceptable es de 3 m/seg., debido a que velocidades mayores son causantes de erosión en las canalizaciones, especialmente cuando se utilizan tuberías de cemento normalizado.

#### **4.3.3 Pendiente Límites**

La pendiente debe generar velocidades aceptables en las redes de alcantarillado, por lo que estas deben variar de acuerdo al diámetro de las tuberías.

En los tramos iniciales, en los 300m, la pendiente mínima debe ser del 1%.

Para la elección de la pendiente del colector se debe tener presente lo siguiente:

Si la pendiente es mayor que la pendiente mínima se adopta la pendiente del terreno.

Si la pendiente del terreno es menor o igual a la pendiente mínima se adopta la pendiente mínima.

DIAMETRO		DISTRIBUCION MAXIMA DE
Pulgadas	mm	BUZONES (mts)
6	150	80
8-10	200 - 250	100

## **4.4 SISTEMAS DE TRATAMIENTO**

El sistema de tratamiento que se aplicara está basado en la Norma DE Saneamiento Rural de la OPS “**Planta de Tratamiento de Aguas Residuales**”.

### **4.4.1 Tratamiento Preliminar**

Es el conjunto de unidades que tienen como finalidad la eliminación de materiales que perjudican al sistema de conducción o etapas subsecuentes de tratamiento.

Los materiales pueden ser: materia flotante como artículos de plásticos, madera, latas, ranas, etc., y sólidos inorgánicos en suspensión de gran peso específico como arenas y gravas. Las unidades o dispositivos son:

### **4.4.2 Rejas o Criba de Barras**

Son dispositivos que pueden estar constituidos por barra metálica paralelas, varillas, alambres, tela metálica, placas perforadoras, con aberturas del tamaño uniforme e igualmente espaciadas, que son utilizadas para retener sólidos de gran tamaño que arrastra el agua residual. Para nuestro caso se dimensiona una Cámara de Rejas sencilla, de limpieza manual y teniendo en cuenta las condiciones más desfavorables, es decir para el caudal máximo horario.

### **4.4.3 Tratamiento primario**

Se designa a los procesos cuya finalidad es la remoción de sólidos suspendidos.

Para el caso y después de analizar todos los parámetros existentes tanto en la evaluación geológica como hidrológica, se determina que es más adecuado usar un sistema de tratamiento mediante TANQUE SEPTICO, por las razones siguientes que se exponen: Nivel freático en la zona, que se determinó en 3.00 metros en época de verano, incrementándose en meses de invierno con la crecida de los niveles del terreno inundable en la zona.

En Chontapampa se proyecta 02 tanques sépticos ubicados por su servicio para 40 y 15 familias, y en Yanayacu un tercer tanque séptico para servir a 20 familias.

Como se explica en el acápite 2.03.04, frente a estos tanques sépticos se ubican Sumideros naturales y que sirven desde siempre a la infiltración de aguas superficiales de estas zonas, ya que estos sumideros o tragaderos tienen la cota más baja de cada área respectiva constituyéndose en pozos virtuales de infiltración de las aguas que salen de los tanques Sépticos.

En consecuencia se elige el sistema de tratamiento mediante Tanque Séptico, que es una estructura de forma rectangular y se divide en dos compartimentos.



## V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se tiene que Yanayacu y Chontapampa son dos vasijas no conectadas por sus aguas superficiales, y que gracias a que cuentan con sumideros naturales o “tragaderos” las aguas superficiales existentes desaparecen gracias a que se infiltran por estos sumideros, de no ser así serían grandes lagunas como lo fueron hace muchos años.

Esta particular presencia de sumideros naturales hace posible un permanente drenaje de estos lugares.

En Chontapampa se tiene dos **Sumideros naturales** y están ubicados al pie de un cerro de conformación de roca caliza y en donde se observa como el agua superficial desaparece por sus cavidades que son de 5 metros de largo por 1 metro de ancho.

En Yanayacu cuenta con un **Sumidero natural** y está ubicado en una concavidad a 3 metros de profundidad del relieve existente y que está conformado por roca caliza, la amplitud de su concavidad u hoyo mide un círculo de 4 metros de diámetro.

La red de colectora del alcantarillado discurren por gravedad y llegan hasta el nivel más bajo en cada lugar, por tanto sus aguas negras tienen que ser tratadas para preservar el medio ambiente, que tanto se hace hincapié en estos momentos, y que son esfuerzos muy importantes para tener aguas, tierras, aire y suelos no contaminados.

Los lugares en estudio sus desechos son eminentemente orgánicos, por tanto la planta de tratamiento para sus aguas servidas son:

Laguna de oxidación, exige un área considerable y suelo impermeabilizante, se desecha pues no se tiene lo contrario.

Tanque Imhoff, se proyecta en suelos impermeabilizante y el terreno tiene que tener un desnivel de 3.90 metros, se desecha por no contar con estas exigencias más que todo por el desnivel de 3.90 metros, ya que al final de estos lugares no lo tienen.

Tanque séptico con pozo de percolación, exige un desnivel de 10 cm.

El pozo percolador o de infiltración tiene que ser permeable para que las aguas que salen del tanque séptico se infiltren en el subsuelo del terreno y sean absorbidas por el suelo.

Esta unidad de infiltración o de percolación será necesarias para llevar las aguas a los **sumideros naturales o tragaderos** que las conducirán por el subsuelo conforme ya lo hacen desde muchos años. Es decir que se diseñarán tanques sépticos de los cuales salen sus aguas al pozo percolador y luego pasarán a los “tragaderos” existentes tanto en Chontapampa como en Yanayacu.

En resumen Yanayacu cuenta con su captación de manantial, reservorio, conducción, aducción y distribución, no será tocado. Chontapampa será mejorada y ampliada, con la

construcción de una captación de manantial con planta de tratamiento, construcción de línea de conducción 605 ml, cambio o reemplazo de tubería de aducción en una longitud de 1,215 ml. y reemplazo de la red de distribución en una longitud de 1850 ml.

## **VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 CONCLUSIONES**

De acuerdo a la Norma OS.050 la presión estática en cualquier punto de la red no deberá ser mayor de 50 m H<sub>2</sub>O; por lo tanto, al revisar la presión máxima que posee el sistema se concluye que el diseño cumple la normativa vigente al presentar una presión máxima de 24.55 m H<sub>2</sub>O.

Disminución de la frecuencia de casos de enfermedades gastrointestinales, parasitosis y dérmicas.

Mejora del ingreso económico familiar, mejora en las condiciones de vida de la población de las Localidades de Chontapampa Anexo Yanayacu.

Las cotas establecidas en las diversas estructuras que se indican en el presente documento, son definitivos. En tal sentido, durante la ejecución de las obras se deben respetar dichos valores a fin de garantizar el correcto funcionamiento del sistema.

Desde el punto de vista ambiental, la ejecución del proyecto no generará impactos negativos en el medio ambiente, muy por el contrario, traerá beneficios positivos en el mismo, contribuyendo a mejorar la salud de la población, la calidad del aire, del agua y del suelo.

De acuerdo a la Norma OS.050 la velocidad máxima en la red de agua potable deberá ser de 3 m/s; por lo tanto, al revisar los valores obtenidos (Resumen N° 01) se concluye que el diseño cumple con la normativa vigente dado que la velocidad máxima es de 0.732 m/s lo que indica que la diferencia entre lo estipulado por la norma y el valor obtenido es mínima y se acepta como velocidad máxima.

La realización de este tipo de proyectos, favorece a la formación profesional del futuro Ingeniero Civil, ya que permite llevar a la práctica la teoría, adquiriendo criterio y experiencia a través del planteamiento de soluciones viables a los diferentes problemas que padecen las comunidades de nuestro país.

Con el buen uso y mantenimiento adecuado del proyecto, se beneficiará a las futuras generaciones. El presente estudio se constituye la herramienta fundamental para la ejecución o construcción, será posible implementar un sistema de abastecimiento para la Localidad de Chontapampa y anexo Yanayacu, que cumpla las condiciones de cantidad y calidad y de esta manera garantizar la demanda en los puntos de abastecimiento y la salud para los moradores de este sector.

## 6.2 RECOMENDACIONES

Al cumplir con el diámetro mínimo que estipula el Reglamento Nacional de Edificaciones para la red de agua potable, se desarrollan velocidades bajas que podrían generar problemas de sedimentación en el sistema en la etapa de operatividad es por ello que se propone colocar válvulas de purga en las zonas más bajas de la red para la limpieza y mantenimiento.

También se recomienda que se genere un manual de operatividad y mantenimiento por parte de la comunidad que va administrar el servicio de agua.

En el Perú la demanda de los servicios básicos como agua potable y alcantarillado se encuentra insatisfecha, a nivel nacional solo el 78.2% de la población cuenta con el servicio de agua potable y solo el 66.1% cuenta con el saneamiento 61 correspondiente. Es por ello que el diseño y elaboración de proyectos de agua potable y saneamiento se convierte en uno de los grandes ejes de cambio y desarrollo que se debe afrontar en el futuro inmediato.

La Comunidad que administra el agua debe tener un registro completo del comportamiento de la calidad del agua cruda para proceder a la determinación del grado de cloro para, operar y mantener eficiente la planta de tratamiento ampliado y mejorado.

Los parámetros básicos son turbiedad, color, termo tolerante y otros que se estime conveniente por el personal calificado de la empresa de saneamiento a cargo de la planta.

Se debe tener actualizado el padrón de usuarios con conexiones de agua potable y desagüe, además de su estado como en servicio, cortado, anulado, etc. c. En tiempos de avenida en la cual la calidad del agua cruda tiene turbiedades iguales o superiores a 1000 UTN, es conveniente que se realice un pre tratamiento al agua cruda a través de sedimentadores y/o sistema de almacenamiento que remuevan la alta turbiedad y no afecten sensiblemente la operación de la planta de tratamiento

Se debe mantener las válvulas de aire en la línea de conducción para no afectar la capacidad de conducción.

La enseñanza y difusión del uso de los software para el diseño de las redes de agua potable y alcantarillado permitirá reducir el tiempo en los diseños, debido a que disminuye el tiempo de los procesos iterativos propios del diseño; y a la vez permitirá evaluar

diferentes alternativas como el recorrido y el material a utilizar para determinar la red más eficiente y económica.

Promover en la comunidad beneficiaria, proyectos de reforestación del área cercana a las fuentes, para favorecer la infiltración de agua, y evitar la erosión y disminución de los caudales de las fuentes en época seca.

Brindar apoyo a las comunidades rurales en materia de sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento básico.

Como paso preliminar para la construcción del sistema de abastecimiento se deberá contar con el documento legalizado del área del terreno donde se va a construir la planta de tratamiento en donde se verifique que esta área pertenezca a toda la comunidad.

## **VII. BIBLIOGRAFÍA**

- 1** Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2009) Informe sobre desarrollo humano Perú 2009: Por una densidad del Estado al servicio de la gente. Lima: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- 2** Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2009). Informe final (producto 3). Evaluación independiente del diseño y ejecución del programa Agua para Todos. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- 3** Arocha, S. (1980). Abastecimientos de agua. Teoría y diseño. Caracas: Vega.pp.11-12
- 4** Cepes Portal Rural. (2012). Centro Peruano De Estudios Sociales. 10 de abril, de CEPES Sitio web: <http://www.cepes.org.pe>
- 5** Ministerio de Salud 1994: 9
- 6** Arocha, S. (1980). Abastecimientos de agua. Teoría y diseño. Caracas: Vega.p.14
- 7** Arocha, S. (1980). Abastecimientos de agua. Teoría y diseño. Caracas: Vega.pp.15-17
- 8** Arocha, S. (1980). Abastecimientos de agua. Teoría y diseño. Caracas: Vega.p.20
- 9** Acevedo y Acosta (1975). Manual de hidráulica. 6ta ed. Sao Paulo: Edgard Blucher.pp.210-211.
- 10** Ministerio De Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones – Normal OS.010. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- 11** Ministerio De Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones – Normal OS.070. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- 12** Arias, E. (1995). Alcantarillado y Drenaje Pluvial. Lima: universitaria.p.21
- 13** Arias, E. (1995). Alcantarillado y Drenaje Pluvial. Lima: universitaria.pp.31-33
- 14** Arias, E. (1995). Alcantarillado y Drenaje Pluvial. Lima: universitaria.p.32
- 15** Arias, E. (1995). Alcantarillado y Drenaje Pluvial. Lima: universitaria.pp.34-42
- 16** Organización Panamericana de la Salud (OPS) (2005). Guías para el Diseño de tecnologías de alcantarillado. Lima: Organización Mundial de la Salud.

# **ANEXOS**

## **ANEXO 1: PLANOS**

## **ÍNDICE DE PLANOS**

### **UBICACIÓN**

Ubicación y Localización.....UL-01

**PLANO CLAVE**.....PC-01

### **PASE AÉREO**

Pases Aéreos.....PA-01

Detalles Pases Aéreos.....PA-02

### **SISTEMA DE ALCANTARILLADO**

Plano Topográfico Chontapampa.....AL-01

Plano Total Alcantarillado Chontapampa.....AL-02

Diagrama de Flujo Chontapampa.....AL-03

Perfiles Longitudinales Alcantarillado Chontapampa.....AL-04

Perfiles Longitudinales Alcantarillado Chontapampa.....AL-05

Plano de Lotizaciones Chontapampa.....AL-06

Plano Topográfico Yanayacu.....AL-07

Plano Total Alcantarillado Yanayacu.....AL-08

Diagrama de Flujo Yanayacu.....AL-09

Perfiles Longitudinales Alcantarillado Yanayacu.....AL-10

Plano de Lotizaciones Yanayacu.....AL-11

Detalles Buzones.....AL-12

Detalles Medias Cañas.....AL-13

Detalles Conexiones Domiciliarias Alcantarillado.....AL-14

### **SISTEMA DE AGUA POTABLE**

Plano en Planta Línea de Conducción.....AG-01

Perfil Línea de Conducción.....AG-02

Plano en Planta Línea de Aducción.....AG-03

Perfil Línea de Aducción.....AG-04

Red de Distribución Agua Chontapampa.....AG-05

Croquis Sistema de Agua Potable.....AG-06

Captación de Manantial Tipo C-2.....AG-07

Sedimentador.....AG-08

Filtro Lento.....AG-09

Caja Rompe Presión Tipo 7.....AG-10

Válvula de Purga.....AG-11



Válvula de Aire..... **AG-12**

Detalles Conexiones Domiciliarias Agua Potable..... **AG-13**

### **PLANTA DE TRATAMIENTO**

Planta de Tratamiento N°01 Chontapampa..... **PT-01**

Planta de Tratamiento N°02 Chontapampa.....**PT-02**

Planta de Tratamiento N°3 Anexo Yanayacu.....**PT-03**

### **TANQUE SÉPTICO**

Tanque Séptico – Pozo percolador 1 Chontapampa..... **TS-01**

Tanque Séptico – Pozo percolador 2 Chontapampa.....**TS-02**

Tanque Séptico – Pozo percolador 3 Anexo Yanayacu..... **TS-03**